

PENGARUH VARIASI KECEPATAN MOTOR PADA MESIN PENGHALUS PERMUKAAN TIPE DISC DAN BELT TERHADAP TINGKAT KEKASARAN PERMUKAAN BENDA KERJA

EFFECT OF VARIATION TO MOTORCYCLE ON ENTERPRISE SURFACE TYPES OF DISC AND BELT ON SURFACE BOTTLESENCE OF WORKING OBJECTS

Moh. Hasan Noval^{1*}, Nely Ana Mufarida, S.T., M.T.² Asmar Finali, S.T., M.T.³

¹Mahasiswa, ²Dosen Pembimbing 1, ³Dosen Pembimbing 2, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

*Email : noval.maulana19@yahoo.com

ABSTRAK

Amplas atau disebut kertas pasir yaitu sejenis kertas yang digunakan untuk membuat permukaan benda-benda menjadi lebih halus. Mesin penghalus otomatis dibuat untuk mengedepankan keunggulan tingkat akurasi dan presisi yang lebih tinggi sehingga mempermudah hasil yang diperoleh. Spesifikasi dari alat tersebut adalah dengan menggunakan driver motor AC untuk mengatur kecepatan putaran motor AC (*dynamo*). Untuk bahan pengujian menggunakan 9 kubus kayu berukuran sisi 30 mm. Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat kekasaran permukaan benda kerja pada masing-masing kecepatan 1100 RPM, 1300 RPM dan 1500 RPM. Selanjutnya akan dicari nilai rata-rata dari setiap kecepatan putaran motor yang berbeda-beda untuk mengetahui besar dari nilai kekasaran dan keausan pada benda kerja. Nilai kecepatan putaran diukur menggunakan Tachometer sedangkan *output* tegangan listrik diukur menggunakan AVO meter digital. Setelah diukur data akan ditulis untuk mengetahui variasi kecepatan putaran motor yang diatur menggunakan driver motor.

Kata kunci : *driver* motor AC, motor AC, kekasaran permukaan benda kerja.

ABSTRACT

Sandpaper or called sand paper is a kind of paper that is used to make the surface of objects become more subtle. Automatic smoothing machines are designed to promote the superiority of accuracy and higher precision to facilitate the results obtained. The specification of the tool is to use AC motor driver to adjust the speed of rotation of AC motor (dynamo). For material testing using 9 wooden cubits sized 30 mm. The test was conducted to determine the level of surface roughness of the workpiece at 1100 RPM, 1300 RPM and 1500 RPM respectively. Furthermore, we will look for the average value of each motor rotation speed is different to know the magnitude of the roughness and wear and tear on the workpiece. The rotation speed value is measured using a Tachometer while the output voltage is measured using a digital AVO meter. After the measured data will be written to know the motor rotation speed variation that is set using motor driver.

Keywords: AC motor driver, AC motor, surface roughness of workpiece

PENDAHULUAN

Di Indonesia kebutuhan akan kerajinan atau alat-alat pertukangan semakin meningkat pesat. Seiring dengan perkembangan jumlah penduduk Indonesia yang semakin besar serta semakin banyak industri kerajinan terutama industri rumahan yang berbahan baku kayu dan besi. Salah satu contoh industri kerajinan kayu dan tulang hewan yang terdapat di desa Balung Jember Jawa Timur, memproduksi bahan hasil pengolahan kayu dan tulang yang dihaluskan dengan amplas. Amplas atau biasa disebut kertas

pasir yaitu sejenis kertas yang digunakan untuk membuat permukaan benda-benda menjadi lebih halus dengan cara menggosokkan salah satu permukaan amplas yang telah ditambahkan bahan yang kasar kepada permukaan benda tersebut. Pada penelitian sebelumnya milik Agung Kristanto dan Tri Sugiantoro [1] yang berjudul "Perencanaan Ulang Mesin Amplas Kayu Profil Lengkung Untuk Perbaikan Posisi Kerja Dan Peningkatan Produktivitas".

Penulis ingin mengembangkan sebuah mesin

penghalus otomatis. Alasan penulis mengembangkan mesin penghalus otomatis ini yaitu dengan keunggulan tingkat akurasi dan presisi yang lebih tinggi, sehingga mempermudah hasil yang diperoleh.

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara kerja mesin penghalus permukaan tipe disc dan belt terhadap tingkat kekasaran permukaan benda kerja?
2. Bagaimana pengaruh variasi kecepatan motor pada mesin penghalus permukaan tipe disc dan belt terhadap tingkat kekasaran permukaan benda kerja?

Adapun batasan-batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

- Bahan yang digunakan yaitu kayu
- Penggerak menggunakan motor AC ¼ HP
- Untuk penggunaan ukuran amplas 30 x 10 cm
- Variasi kecepatan menggunakan Driver Motor.

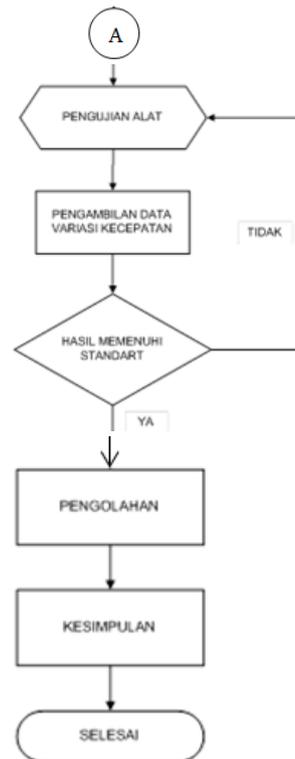
Tujuan tugas akhir ini adalah untuk mengetahui cara kerja mesin amplas, dan untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan motor pada mesin penghalus permukaan tipe disc dan belt terhadap tingkat kekasaran permukaan benda kerja.

Adapun manfaat penelitian dalam penelitian ini diantaranya yaitu mempercepat pekerjaan yang dilakukan, mengoptimalkan hasil untuk sektor *home industry* dan membuat sebuah mesin penghalus yang berguna untuk praktikum mahasiswa Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember.

METODE PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir dalam penelitian ini dalah sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Bahan dan Alat Penelitian

Dalam perancangan dibutuhkan beberapa bahan dan alat untuk mendukung proses pembuatan alat.

Bahan

1. Amplas dengan panjang 30 cm dan lebar 10 cm.
2. Kabel 2 meter.
3. Bearing duduk.
4. As poros.
5. Besi untuk rangka.
6. Kayu (benda kerja).

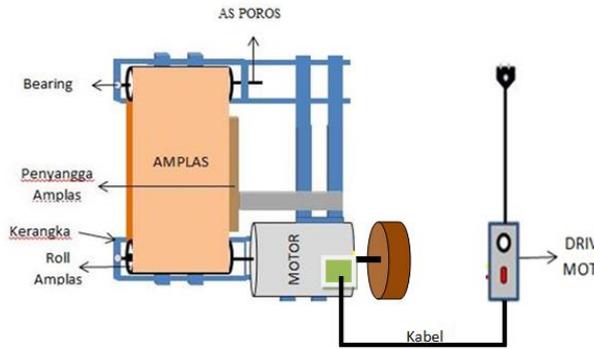
Alat

1. Dinamo AC ¼ HP.
2. Driver motor AC.
3. Kunci pas (10 dan 12).
4. Gerinda.
5. Borduduk.
6. Obeng.
7. Tang.
8. Palu.
9. Gunting.
10. Timing LED.
11. Volt meter.
12. Surface Roughness.

Rancangan Struktural Mesin Penghalus Permukaan Tipe *Disc* Dan *Belt* Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Benda Kerja

Pada perancangan dan realisasi mesin penghalus permukaan tipe disc dan belt terhadap permukaan

bendakerja terdiri dari 2 komponen untuk mendukung kinerja system yaitu driver motor AC, motor (*dynamo*) AC dan beberapa bahan antara lain amplas, as poros dan *bearing*. Untuk gambar rangkaian desain alat dapat dilihat pada gambar 2. di bawah ini.



Gambar 2. Desain Perancangan Mesin

Spesifikasi Mesin

Untuk spesifikasi pada perancangan mesin penghalus permukaan tipe disc dan belt pada bendakerja akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Driver Motor AC

Rangkaian driver yang digunakan disini berfungsi sebagai antarmuka antara mikrokontroler dengan rangkaian daya. Selain berfungsi sebagai antar muka rangkaian ini juga berfungsi sebagai pengaman (isolasi) antara rangkaian daya dengan mikrokontroler sehingga bila terjadi kerusakan pada rangkaian daya maka mikrokontroler tidak akan mengalami kerusakan.

Driver Motor AC digunakan untuk menaik turunkan speed atau kecepatan dari motor dengan cara menaik turunkan tegangan secara digital tanpa mengurangi arus dari motor. Dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Tegangan input 220 volt
2. Tegangan out put 50 volt – 220 volt
3. Daya 2000 watt.



Gambar 3. Komponen Driver Motor AC

2. Motor AC

Motor AC bekerja sebagai berikut, yaitu listrik dipasok ke stator yang akan menghasilkan medan magnet. Medan magnet ini bergerak dengan kecepatan sinkron disekitar rotor. Arus rotor menghasilkan medan magnet kedua yang berusaha untuk melawan medan magnet stator, yang menyebabkan rotor berputar. Walaupun begitu, di dalam prakteknya motor tidak pernah bekerja pada kecepatan sinkron namun pada kecepatan dasar yang lebih rendah. Terjadinya perbedaan antara dua kecepatan tersebut disebabkan adanya slip atau geseran yang meningkat dengan meningkatnya beban. Slip hanya terjadi pada motor induksi. Untuk menghindari slip. Fungsi utama dari motor AC, yaitu digunakan untuk penggerak utama dari mesin penghalus dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Rotor perbedaan utama antara sinkron dengan motor induksi adalah bahwa rotor mesin sinkron berjalan pada kecepatan yang sama dengan perputaran medan magnet. Halini memungkinkan sebab medan magnet rotor tidak lagi terinduksi. Rotor memiliki magnet permanen, yang dipaksa untuk mengunci pada posisi tertentu bila dihadapkan dengan medan magnet lainnya.
2. Stator menghasilkan medan magnet berputar yang sebanding dengan frekuensi yang dipatok.



Gambar 4. Komponen Motor AC

3. Amplas

Amplas yaitu bahan dasar utama yang diperlukan untuk pembuatan mesin penghalus otomatis. Fungsinya yaitu menghaluskan permukaan dari benda kerja. Spesifikasinya yaitu sebagai berikut:

1. Berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang 100 cm dan lebar 10 cm.
2. Amplas yang digunakan yaitu dengan tingkat kekasaran nomor 300.

4. Bearing Duduk

Bearing Duduk berfungsi untuk membatasi gerak relative antara dua atau lebih komponen mesin agar selalubergerakpadaarah yang diinginkan. Dengan diameter samadenganukuran as poros yaitu 1 cm.

5. Roll PemutarAmplas

Roll pemutar berfungsi untuk menghubungkan putaran amplas dari as poros dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Pada perancangan alat menggunakan 2 buah roll pemutar.
2. Bahan yang digunakan untuk membuat roll yaitu terbuat dari spons agar dapat menghindari slip dari amplas.
3. Diameter dari roll 5 cm.

6. Surface Roughness

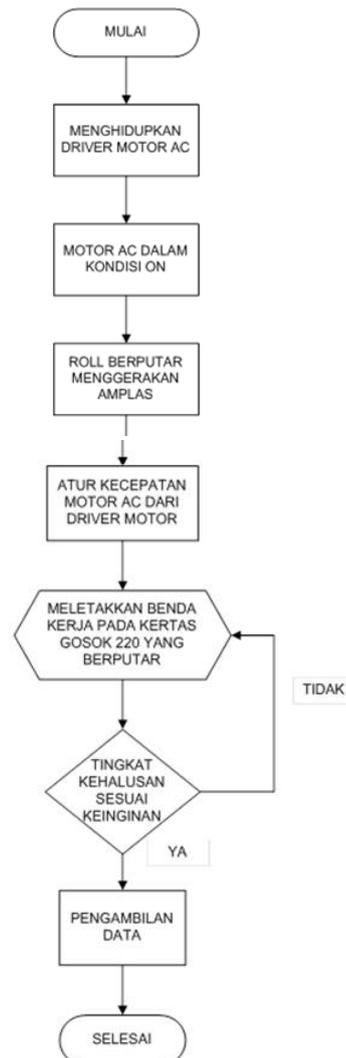
Surface roughness merupakan alat yang mampu mengukur tingkat kekasaran permukaan. Setiap permukaan komponen dari sesuatu benda mempunyai beberapa bentuk dan variasi yang berbeda baik menurut strukturnya maupun dari hasil proses produksinya. Roughness didefinisikan sebagai ketidakhalusan buntut yang menyertai proses produksi yang disebabkan oleh pengerjaan mesin. Nilai kekasaran dinyatakan dalam Roughness Average (Ra). Ra merupakan prameter kekasaran yang paling banyak dipakai secara internasional. Langkah-langkah pengerjaan dengan alat ini adalah:

1. Benda uji di letakkan pada meja datar.
2. Ujung dari dial indicator diset pada posisi stabil untuk melakukan pembacaan skala tekanan terhadap benda uji.
3. Tentukan seberapa panjang dari bagian benda ukur yang akan diujikekasaran permukaannya.
4. Apabila dial indicator melakukan pengukuran sepanjang jarak yang kita tentukan nilai kekasaran permukaan akan tercatat dan dapat dilihat dalam bentuk prin out.
5. Sebelum dilakukan pengukuran, bend uji dan alat ukur telah diatur sehingga sedapat mungkin tidak terdapat kesalahan dalam pengukuran.

Cara Kerja Mesin

Proses kerja mesin dilakukan untuk mengetahui apakah mesin sudah berfungsi sesuai dengan yang diinginkan, atau masih terdapat suatu error atau kesalahan baik pada salah satu komponen maupun seluruh sistem yang terdapat dalam mesin penghalus otomatis. Proses pengujian mesin ini dilakukan beberapa kali agar mendapatkan hasil yang lebih maksimal. Proses kerja mesin dimulai dari menghubungkan driver motor AC ke stop kontak dengan tegangan 50 – 220 volt. Dan diakhiri pada proses penghalusan benda kerja pada mesin penghalus sampai benda kerja tersebut pada tingkat

kehalusan sesuai dengan yang diinginkan. Untuk lebih jelasnya, proses kerja mesin dapat dilihat pada gambar 5. di bawah ini.



Gambar 5. Diagram Alir Proses Kerja Mesin

Dari diagram alir di atas telah dijelaskan bahwa mesin akan mulai bekerja saat driver motor dihidupkan. Lalu motor AC akan berputar untuk menggerakkan roll pemutar amplas. Atur tingkat kecepatan dari motor AC menggunakan potensiometer yang terhubung dengan driver motor. Tahap berikutnya yaitu hitung waktu penghalusan, kecepatan putaran motor AC, besar daya yang dibutuhkan dan tingkat kehalusan benda kerja. Setelah semua data diperoleh matikan mesin dengan menekan off pada saklar yang terdapat di driver motor.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pengujian pertama sistem dilakukan secara terpisah, kemudian selanjutnya dilakukan pengujian secara keseluruhan. Adapun langkah-langkah

pengujian sistem yang akan dilakukan antara lain :

1. Perancangan desain rangka mesin penghalus.
2. Penghitungan variasi kecepatan RPM mulai dari RPM rendah, sedang dan tinggi.
3. Penghitungan tegangan listrik yang dibutuhkan.
4. Pengujian benda kerja sebelum dan sesudah diuji.

Perancangan Desain Rangka Mesin

Perancangan dimulai dari pembuatan rangka yang akan dipakai untuk desain mesin penghalus. Perancangan dilakukan dengan tahap pertama yaitu berupa rangka dari besi yang dilas listrik membentuk suatu desain yang telah dibuat sebelumnya menggunakan PC (*Personal Computer*). Tahap kedua yaitu penggabungan antara alat dan bahan dalam rangka tersebut. Komponen yang dimaksud yaitu motor AC (*Dynamo*) 220 volt, *bearing*, as poros dan *roll* pemutar amplas. Untuk tampilan gambar rangka bisa dilihat pada gambar 6. dibawah ini.



Gambar 6. Desain Rangka Mesin Penghalus

Setelah perancangan rangka selesai dibuat, tahap selanjutnya yaitu pemasangan bahan dan alat. Untuk bahan dan alat dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 1. Bahan dan Alat yang Digunakan

Bahan	Alat
2 buah jenis Amplas	Dinamo AC
Kabel	Driver Motor AC
<i>Bearing</i>	Tachometer
As poros	AVO meter
3 buah roll pemutar amplas	Terminal listrik T

Dengan penjelasan 2 buah jenis amplas yang berbeda, amplas pertama berbentuk persegi panjang dengan ukuran 68x8 cm dan amplas kedua berbentuk lingkaran dengan diameter 16,8 cm, dengan tingkat kekasaran amplas yaitu 220. Untuk 3 buah roll pemutar amplas berbentuk lingkaran. 2 buah berukuran sama yaitu berdiameter 7 cm sedangkan 1 buah lebih besar berukuran diameter 16,5 cm. Untuk pemasangannya dilakukan bertahap yaitu, pertama memasang *bearing*, as poros dan roll pemutar amplas pada bagian atas rangka. Selanjutnya pemasangan motor AC yang disambung dengan roll pemutar

dibagian bawah rangka. Seperti terlihat pada gambar 7. berikut.



Gambar 7. Tampilan Mesin Penghalus Tipe *Disc* dan *Belt*

Penghitungan Variasi Kecepatan RPM

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kecepatan mesin penghalus otomatis terhadap benda kerja. Benda kerja yang dipakai berjumlah 3 buah balok kayu berukuran awal panjang 3,5 cm dan masing-masing benda kerja mendapatkan kecepatan yang berbeda-beda. Yaitu kecepatan rendah dengan kecepatan 1100 RPM, kecepatan sedang 1300 RPM dan kecepatan tinggi 1500 RPM. Tiap pengujian masing-masing dilakukan dalam waktu 1 menit. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.2 sebagai berikut.

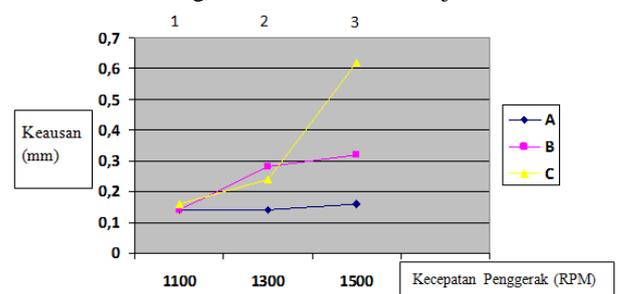
Tabel 2. Hasil Pengujian Alat

No. Kayu	Panjang kayu awal (cm)	Waktu (detik)	Kecepatan (RPM)	Panjang kayu akhir (cm)	Keausan (cm)
A1	3,008	60	1100	3,012	0,004
A2	3,008	60	1100	3,012	0,004
A3	3,008	60	1100	3,012	0,004
B1	3,008	60	1300	3,002	0,006
B2	3,008	60	1300	3,002	0,006
B3	3,008	60	1300	3,002	0,006
C1	3,008	60	1500	2,988	0,02
C2	3,008	60	1500	2,988	0,02
C3	3,008	60	1500	2,988	0,02

Dengan rumus keausan:

$$\text{Panjang kayu awal (mm)} - \text{panjang kayu akhir (mm)} = \text{tingkat keausan (mm)}$$

Dari pengujian ini dapat diketahui bahwa semakin tinggi tingkat kecepatan mesin penghalus maka semakin besar tingkat keausan benda kerja.



Gambar 8. Grafik Variasi Kecepatan

Penghitungan Tegangan Listrik yang Dibutuhkan

Pada tahap ini di lakukan penghitungan voltase listrik yang dibutuhkan mesin penghalus pada kecepatan rendah, sedang dan tinggi. Pengujian ini dilakukan dalam waktu 1 menit. Alat yang digunakan untuk mengukur besaran tegangan listrik yaitu menggunakan AVO meter digital. Dalam rentang kecepatan putaran 1100 RPM, 1300 RPM dan 1500 RPM. Untuk hasil pengujian besaran tegangan listrik dapat dilihat pada tabel 4.3 sebagai berikut.

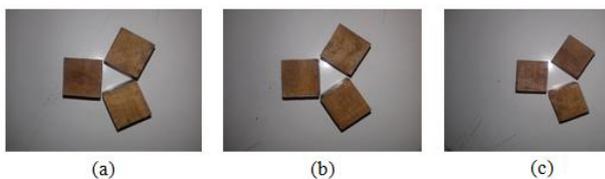
Tabel 3. Besaran Tegangan Listrik yang Dibutuhkan

Kecepatan Putaran (RPM)	Waktu (detik)	Tegangan (volt)
1100	60	110
1300	60	150
1500	60	200

Dalam pengujian pada tabel diatas dapat diketahui bahwa semakin tinggi putaran mesin maka semakin besar pula tegangan listrik yang dibutuhkan. Dari pengujian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa mesin penghalus otomatis ini dapat memperkecil tegangan listrik yang dibutuhkan sehingga dapat menghemat atau memperkecil biaya pengeluaran tagihan listrik.

Pengujian Benda Kerja Sebelum dan Sesudah Diuji

Pada tahap ini penulis menggunakan benda kerja kayu berbentuk balok dengan ukuran panjang awal 3,5 cm. Benda kerja yang dipakai berjumlah 9 buah balok kayu dan dibagi menjadi 3 bagian. Bagian A mendapatkan tingkat kecepatan putaran mesin sebesar 1100 RPM. Bagian B mendapatkan tingkat kecepatan putaran mesin sebesar 1300 RPM. Dan bagian C mendapatkan tingkat kecepatan putaran sebesar 1500 RPM. Masing-masing bagian terdiri dari 3 buah balok kayu. Pada tingkat kekasaran awal, tingkat kekasaran pada 9 benda kerja disamakan pada nilai rata-rata 8,531 μm untuk kesembilan benda kerja. Dengan cara diamplas dengan menggunakan mesin penghalus untuk mencapai nilai kekasaran yang sama pada ke-9 benda kerja yang akan diuji. Untuk tampilan awal benda kerja sebelum diuji dapat dilihat pada gambar 9. sebagai berikut.

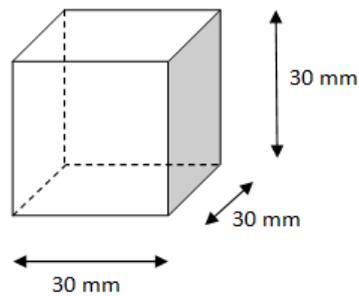


Gambar 9. Bagian (a), Bagian (b), Bagian (c) Sebelum Diamplas

Dengan perincian sebagai berikut:

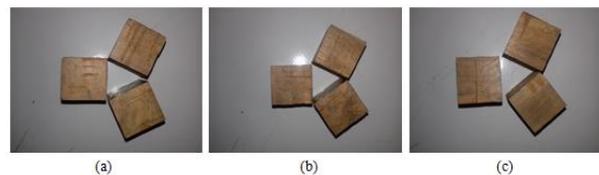
1. Bagian A mendapat kecepatan putaran mesin mencapai 1100 RPM (putaran rendah).
2. Bagian B mendapat kecepatan putaran mesin mencapai 1300 RPM (putaran sedang).
3. Bagian C mendapat kecepatan putaran mesin mencapai 1500 RPM (putaran tinggi).

Desain ukuran benda kerja yaitu ditunjukkan pada gambar 10. sebagai berikut:



Gambar 10. Ukuran Keseluruhan Benda Kerja

Untuk tampilan benda kerja yang sudah di amplas dengan nilai kekasaran nya dapat dilihat pada gambar 11. sebagai berikut.



Gambar 11. Permukaan (a), (b), (c) yang Sudah Diamplas

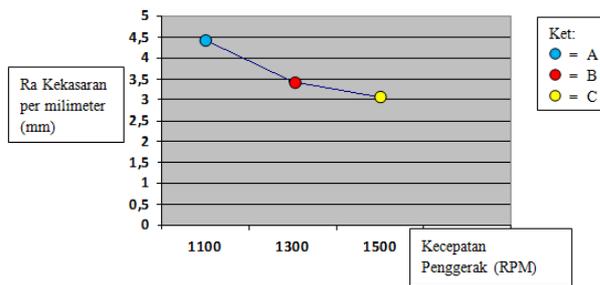
Hasil Pengujian Tingkat Kekasaran

Pada tahap ini dilakukan pengujian pada tingkat kekasaran benda kerja yang dipakai dalam proses pengujian alat. Benda kerja yang diuji berjumlah 9 kubus kayu dan dibagi menjadi 3 kelompok yaitu kelompok A, B dan C. Data yang diperoleh berdasarkan perhitungan awal nilai kekasaran benda kerja sebelum dan sesudah diuji. Untuk data nilai kekasaran dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 4. Rata-Rata Pengujian Hasil Kekasaran

Spesimen kayu	Kecepatan (RPM)	Ra sebelum (μm)	Ra sesudah (μm)	Rata - rata kekasaran pada tingkat kecepatan sesudah pengujian
A	1100	8,531	5,068	4,438
		8,531	4,128	
		8,531	4,120	
B	1300	8,531	3,492	3,428
		8,531	3,232	
		8,531	3,561	
C	1500	8,531	2,796	3,047
		8,531	3,083	
		8,531	3,261	

Perubahan rata-rata kekasaran pada setiap masing-masing kecepatan ditunjukkan pada grafik dibawah.



Gambar 12. Grafik Rata-Rata Tingkat Kekasaran Benda Kerja

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan diperoleh beberapa kesimpulan antara lain:

1. Dengan menggunakan driver motor mesin penghalus dapat diatur kecepatannya mulai dari kecepatan 1100 RPM, 1300 RPM dan 1500 RPM sesuai keinginan.
2. Dengan mengatur kecepatan putaran motor, mesin penghalus dapat meminimalisir pasokan tegangan listrik yang dibutuhkan sehingga dapat menghemat pengeluaran.
3. Pada tingkat kecepatan putaran 1100 RPM menghasilkan rata-rata kekasaran 4,438 μm , pada tingkat kecepatan putaran 1300 RPM menghasilkan rata-rata kekesaran 3,428 μm dan pada tingkat kecepatan putaran 1500 RPM menghasilkan rata-rata kekasaran 3,047 μm . Semakin rendah putaran mesin maka semakin kasar permukaan benda kerja yang diuji, sedangkan semakin tinggi putaran mesin maka semakin halus hasil yang didapat.
4. Pada tingkat kecepatan putaran 1100 RPM menghasilkan rata-rata tingkat keausan 0,0213 cm, pada tingkat kecepatan putaran 1300 RPM menghasilkan rata-rata tingkat keausan 0,022 cm dan pada tingkat kecepatan putaran 1500 RPM menghasilkan rata-rata tingkat keausan 0,036 cm. Ketika putaran tinggi maka tingkat keausan akan lebih besar, sedangkan ketika putaran rendah tingkat keausan akan lebih kecil.
5. Alat ini sangat sesuai untuk pengerjaan kerajinan berbahan dasar kayu yang lebih efektif karena

dengan mengontrol kecepatan putaran motor sehingga dapat meminimalisir biaya pengeluaran listrik. Serta dengan nilai keausan yang dapat disesuaikan dengan tingkat kecepatan putarannya sehingga kita bisa mendapatkan tingkat kekasaran permukaan benda kerja sesuai keinginan.

Saran

Penelitian ini merupakan hasil maksimal saat ini. Karya ini masih bisa dikembangkan untuk kedepannya, adapun saran yang dapat diberikan yaitu sebagai berikut:

1. Perancangan mesin dapat ditambahkan dengan menambahkan pegas untuk penekanan yang lebih efisien agar stabil saat ditekan dan mendapatkan hasil yang maksimal.
2. Untuk daya motor dapat diganti dengan tegangan DC, sehingga mesin dapat dioperasikan kapanpun dan dimanapun tanpa tergantung pada listrik PLN.

DAFTAR PUSTAKA

- Sofwan, A.(2004). *Sistem Pengendalian Kecepatan Putaran Fasa Satu Menggunakan Mikrokontroler AT89S8252*. Jakarta: Universitas Gunadarma.
- Kristianto, Agung. (2012). *Perancangan Ulang Mesin Amplas Kayu Profil Lengkung Untuk Perbaikan Posisi Kerja Dan Peningkatan Produktivitas*. Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan.
- Hardiati, Sri.(2009). *Pengendali Kecepatan Motor Induksi 3-Phase Pada Aplikasi Industri Plastik*. Jakarta: Pusat Penelitian Elektronika Dan Telekomunikasi - LIPI.
- Adhi, Dianasa Saputra. (2009). *Perancangan Meja Dan Kursi Kerja Yang Ergonomis Pada Stasiun Kerja Pemotongan Kerupuk Sebagai Upaya Peningkatan Produktivitas*. Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan.
- Gumanto. (2009). *Perancangan Meja Gergaji Untuk Meminimalkan Kelelahan Operator*. Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan.

