



Perancangan Mesin Pemutar Gerabah Dengan Kekuatan Tumpuan Maksimal 10 kg

Sir Anderson^{1*}, Yazmendra Rosa², Khairul Amri³, Maimuzar⁴, Hendra⁵, Aqli Ridawansyah⁶
^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang

⁶Program Studi D-III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang

^{1*}siranderson72@yahoo.co.id

Abstract

Pottery is an art craft made from clay which besides having a high use value also has a pretty good aesthetic value. Pottery craft business has existed in Indonesia since ancient times until now. This business has a deficiency in the production machine part, where the production machine still uses human power as the main driving force during the rotation during the pottery making process. Therefore, a modification of a better pottery turning machine is needed to support the pottery craft business. The design of this pottery turning machine uses a working drawing design of a pottery turning machine product with a rotating speed that can be adjusted according to work requirements via a speed control pedal. The pottery turning machine has a strong construction with machine specifications of length 760 x width 400 x height 700 mm, with the addition of 2 pulleys with a first pulley diameter of 2.5 inches, and a second pulley diameter of 12 inches with a connecting belt using type A-57. And by using umbrella gears with a ratio of $z_1 = 25$ and $z_2 = 50$ with a maximum pedestal capacity of 10 kg.

Keywords: design, pottery, clay crafts

Abstrak

Gerabah merupakan sebuah hasil kerajinan seni dari bahan tanah liat yang selain memiliki nilai guna tinggi juga memiliki nilai estetika keindahan yang cukup bagus. Usaha kerajinan gerabah telah ada di Indonesia sejak zaman dulu hingga sekarang. Usaha ini memiliki kekurangan pada bagian mesin produksi, di mana mesin produksinya masih menggunakan tenaga manusia sebagai tenaga penggerak utama putaran pada saat proses pembuatan gerabah. Karena itu, diperlukan sebuah modifikasi mesin pemutar gerabah yang lebih baik guna mendukung usaha kerajinan gerabah. Perancangan mesin pemutar gerabah ini menggunakan desain gambar kerja produk mesin pemutar gerabah dengan kecepatan putar yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan kerja melalui pedal pengatur kecepatan. Mesin pemutar gerabah memiliki konstruksi yang kuat dengan spesifikasi mesin panjang 760 x lebar 400 x tinggi 700mm, dengan tambahan berupa 2 puli dengan diameter puli pertama 2,5 inch, dan diameter puli kedua 12inch dengan penghubung menggunakan sabuk tipe A-57. Dan dengan menggunakan roda gigi payung dengan perbandingan $z_1 = 25$ dan $z_2 = 50$ dengan kapasitas maksimal tumpuan 10 kg.

Kata kunci: perancangan, gerabah, kerajinan tanah liat

1. Pendahuluan

Gerabah merupakan sebuah kerajinan seni yang memiliki nilai fungsi dan keindahan tersendiri sehingga memiliki nilai jual yang sangat baik. Salah satu pusat kerajinan gerabah berada di Jorong Galo Gandang, Nagari III Koto, Kec. Rambatan, Kab. Tanah Datar, Provinsi Sumatera Barat. Kerajinan gerabah dibuat menggunakan tanah liat yang berasal

dari daerah setempat. Sebagian besar penduduk mengantungkan hidupnya dari usaha pembuatan kerajinan gerabah. Kerajinan ini dilakukan secara turun temurun dan masih menggunakan teknologi konvensional. Oleh karena itu teknologi proses produksi gerabah penting untuk ditingkatkan.

Gerabah hasil kerajinan penduduk bervariasi dari ukuran sedang hingga ukuran besar dan memiliki bentuk yang bermacam-macam tergantung dengan

nilai fungsi maupun keindahan. Hasil kerajinan gerabah penduduk sebagian besar dipasarkan di daerah-daerah setempat dan sekitarnya. Kebanyakan para pengrajin membuat sebuah kelompok kerja yang terdiri dari beberapa pengrajin yang nantinya bekerja sama dalam pemasaran kerajinan gerabah tersebut. Hal ini dilakukan oleh untuk memenuhi besarnya permintaan pasar akan kerajinan gerabah yang begitu tinggi yang tidak bisa diimbangi dengan kemampuan produksi gerabah pengrajin [1]. Peningkatan kapasitas produksi sangat diperlukan untuk memenuhi permintaan pasar.

Pembuatan kerajinan gerabah di Galo Gandang ini telah berlangsung selama puluhan tahun dengan menggunakan peralatan yang sangat sederhana dengan bantuan tenaga manusia sebagai sumber tenaga utamanya. Para pengrajin secara manual dengan menggunakan tangan maupun kaki memutar sebuah piringan kayu yang di atasnya terdapat bahan yang akan dibentuk menjadi kerajinan gerabah [2]. Alat pembuat kerajinan gerabah yang ada saat ini dirasakan kurang memberikan kenyamanan bagi penggunaanya dan kurang memiliki tingkat keamanan yang mencukupi. Hal ini dapat dilihat dari bagaimana cara kerja alat pembuat gerabah yang menggunakan tenaga manual pengrajin dan bentuk alat kerajinan gerabah itu sendiri yang berupa sebuah piringan kayu yang diputar begitu saja.

Dipasaran telah ada jenis-jenis mesin pemutar gerabah dari yang konvensional sampai otomatis, salah satunya adalah mesin pemutar gerabah otomatis yang dirancang oleh Oktiana [3]. Penelitian yang lain mengenai mesin pemutar gerabah dengan metoda yang berbeda [4, 5]. [9, 10]. Prinsip dari tiap mesin pemutar gerabah adalah sama yaitu untuk memutar gerabah agar mempermudah proses pembuatan gerabah atau tembikar yang membedakannya hanya tenaga penggerak nya yaitu ada mesin konvensional dan otomatis.

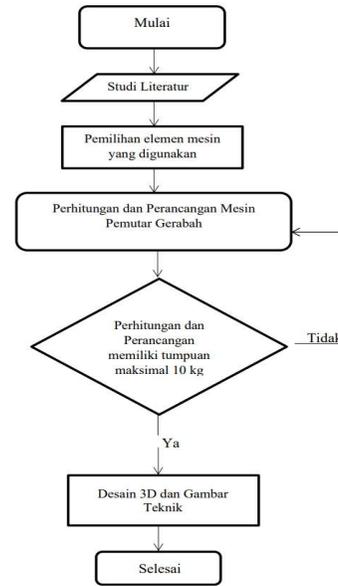
Akan tetapi meskipun alat pemutar gerabah tersebut sangat berguna bagi pengrajin yang memakai alat tersebut, masih ada ditemukan kekurangan dari mesin yang ada pernah dibuat, antara lain kesulitan dalam mengatur kecepatan putaran pada alat tersebut disebabkan putaran yang konstan dari motor dan tidak adanya sistim transmisi pengatur kecepatan, sehingga kurang cocok untuk Usaha Kecil Menengah (UKM).

Dari kondisi pengrajin gerabah di daerah tersebut maka penulis akan mencoba membuat terobosan baru tentang mesin pemutar gerabah yang nantinya diharapkan akan dapat mempermudah proses produksi gerabah. Selain itu dengan adanya mesin ini diharapkan mampu meningkatkan hasil produksi baik dari segi kualitas maupun kuantitas.

2. Metode Penelitian

2.1 Diagram Alir Pembuatan

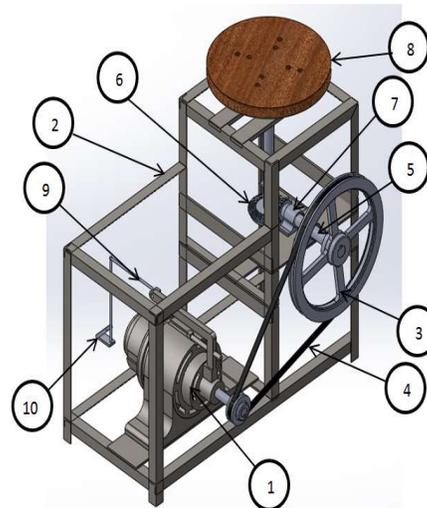
Rancangan kerja mesin pemutar gerabah dengan kekuatan tumpuan makasimal 10 kg dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir

2.2 Konsep Desain Alat

Setelah mengetahui alur rancangan penelitian, maka desain yang sudah direncanakan akan dibuat dengan menggambar mesin menurut standart ISO [6], menggunakan *software solidwork* 2013. Berikut hasil desain yang direncanakan dapat dilihat pada Gambar 2. Komponen utama dari alat pemutar gerabah adalah motor listrik, *chasis* dan transmisi.



Gambar 2. Desain Mesin Pemutar Gerabah

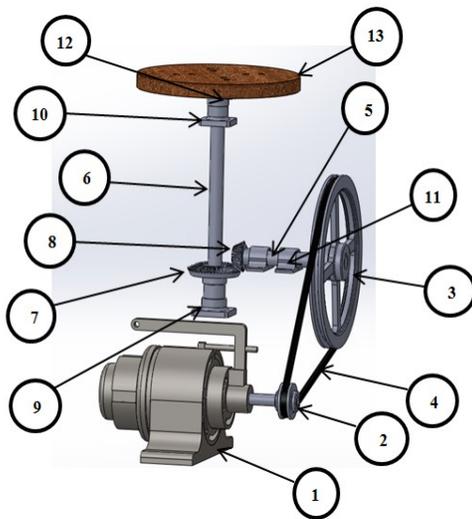
Keterangan gambar:

1. Motor listrik
2. Rangka utama

3. Pulley poros horizontal
4. V-belt
5. Poros
6. Roda gigi payung
7. Pillow block bearing
8. Kepala pemutar
9. Tali gas
10. Pedal gas

2.3 Sistem Transmisi

Mesin pemutar gerabah ini memiliki system transmisi yang terdiri dari beberapa komponen *pulley*, *belt*, motor listrik, poros, dan roda gigi payung seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3. Mekanisme yang bekerja pada system transmisi ini berawal dari motor listrik ditransmisikan ke *pulley* motor listrik yang kemudian dengan menggunakan *belt* akan ditransmisikan lagi ke *pulley* poros horizontal dan selanjutnya akan didistribusikan ke roda gigi payung. Roda gigi payung ini berfungsi untuk mengubah putaran dari poros horizontal ke poros vertikal. Ujung dari poros vertikal tersambung dengan sebuah kepala pemutar yang berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan dan membuat benda/gerabah.



Gambar 3. Sistem Transmisi Mesin Pemutar Gerabah

Keterangan:

1. Motor listrik
2. *Pulley* motor listrik
3. *Pulley* poros horizontal
4. *V-belt*
5. Poros horizontal
6. Poros vertikal
7. Roda gigi besar
8. Roda gigi pinyon
9. Pillow block bearing vertikal bawah
10. *Pillow block bearing* vertikal atas
11. *Pillow block bearing* horizontal
12. Dudukan kepala pemutar
13. Kepala pemutar

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kapasitas Mesin

Secara umum mesin pemutar gerabah ini dirancang dengan beban maksimum 10 kg, dimensi diameter pemutar maksimum 304,8 mm, serta tinggi gerabah yang dibuat 400 mm. Kapasitas mesin ini disesuaikan dengan kebutuhan pembuatan gerabah di Galo Gandang, Nagari III Koto, Kec. Rambatan, Kab. Tanah Datar, Provinsi Sumatera Barat. Dimana daya yang bekerja pada kepala pemutar dengan beban 10 kg dan putaran 100 rpm adalah 159 watt. Maka besarnya kapasitas mesin dapat dihitung dengan persamaan 1 [7].

$$P = F \times v \quad (1)$$

3.2 Sistem Transmisi

Rangkaian sistem transmisi *V-belt* dapat dilihat pada persamaan 2.

$$n_{ph} = \frac{D_1}{D_2} \times n_{motor} = \frac{2,5}{12} \times 2850 = 593,75 \text{ rpm} \quad (2)$$

Rangkaian sistem transmisi roda gigi payung dapat dilihat pada persamaan 3.

$$n_{pv} = \frac{Z_1}{Z_2} \times n_{ph} = \frac{25}{50} \times 593,75 = 296,87 \text{ rpm} \quad (3)$$

3.3 Poros

Poros salah satu bagian dari sistem transmisi mesin pemutar gerabah. Poros ini memiliki fungsi sebagai penerus putaran dari putaran *pulley* 304,8 mm (12 inch) menuju roda gigi payung. Poros memiliki panjang 214 mm dengan ditopang oleh dua buah bearing dengan jarak 50 mm dan 64 mm dari tiap ujung poros. Putaran poros sebesar 593,75 rpm dari putaran awal mesin sebesar 2850 rpm.

Perhitungan gaya-gaya yang bekerja pada poros adalah sebagai berikut:

- a. Factor koreksi yang digunakan untuk perancangan poros ini diambil daya maksimum sebagai daya rencana dengan faktor koreksi sebesar $F_c = 12$.
- b. Daya rencana
Perhitungan daya rencana didapat $P_d = 0,221$ kW, bisa dilihat pada persamaan (4) [8].

$$P_d = f_c \times P \quad (4)$$

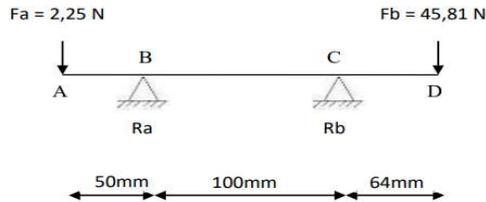
- c. Momen puntir rencana
Perhitungan momen puntir rencana dimana $T = 362,53$ kgmm, dapat dilihat pada persamaan 5 [8].

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1} \quad (5)$$

- d. Pembebanan pada poros

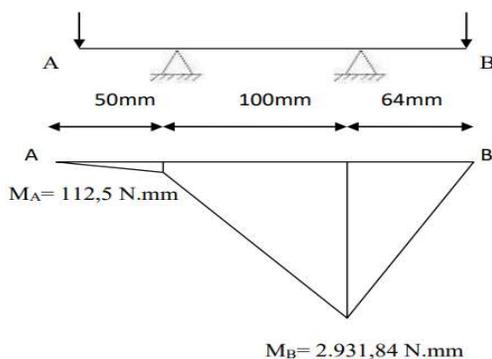
Nilai pembebanan yang terjadi pada poros dihitung berdasarkan Gambar 4, dimana terdapat pembebanan pada roda gigi pinion dan pulley.

- Pembebanan dititik A adalah berat roda gigi pinion 0,23 kg = 2,25 N
- Pembebanan dititik B
Berat pulley: 1,34 kg
Gaya tarik V-belt $(T_1 - T_2) = \frac{2T}{D} = 3,96$ kg
Kemiringan sudut 60° maka $F_{tot} = 45,81$ N
- Gaya yang bekerja



Gambar 4 Gaya Yang Bekerja

- Gaya reaksi diengsel $R_A = -25,94$ N
- Harga-harga momen vertical
 $M_A = 2,25 \text{ N} \times 50 \text{ mm} = 112,5 \text{ N.mm}$
 $M_B = 45,81 \text{ N} \times 64 \text{ mm} = 2.931,84 \text{ N.mm}$
- Bending momen diagram ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Bending Momen Diagram

e. Poros

Bahan poros pada mesin pemutar gerabah ini menggunakan ST 37 dengan kekuatan Tarik $(\sigma) = 37$ kg/mm². Faktor yang dinyatakan sebagai Sf_1 dengan harga sebesar 6, dan Sf_2 dengan harga sebesar 1,3 sampai 3,0. Didapatkan $\tau_\alpha = 3,08$ kg/mm². Besarnya tegangan geser yang diijinkan τ_α (kg/mm²) dapat dihitung dengan persamaan 6 [8].

$$\tau_\alpha = \frac{\sigma_B}{Sf_1 \times Sf_2} \quad (6)$$

f. Diameter Poros

Untuk menyesuaikan bantalan yang terdapat dipasaran dan pertimbangan kemudahan dalam

pembuatan maka diameter poros yang dibuat adalah 25,4 mm (1 inch). Didapatkan $d_s \geq 11,07$ mm dapat dilihat pada persamaan 7 [8].

$$d_s \geq \left[\left(\frac{5,1}{\tau_\alpha} \right) \sqrt{(K_m M)^2 + (K_t T)^2} \right]^{1/3} \quad (7)$$

g. Besar tegangan geser yang timbul pada poros

Didapatkan hasil $\tau_g = 0,25$ kg/mm². Bisa dilihat pada persamaan 8 [7].

$$\tau_g = \frac{5,1}{d_s^3} \sqrt{(K_m M)^2 + (K_t T)^2} \quad (8)$$

Menurut hasil yang diperoleh dari perhitungan di atas, terlihat bahwa tegangan geser yang terjadi adalah lebih kecil daripada tegangan geser yang diizinkan $\tau_g < \tau_a$ ($\tau_a = 3,08$ kg/mm²). Dengan hasil ini maka dapat disimpulkan bahwa poros dengan diameter 25,4 mm aman untuk digunakan untuk memindahkan daya dan putaran yang telah ditentukan.

3.4 Perhitungan Bantalan

Pada perhitungan ukuran bantalan dan pemilihan bantalan, maka berdasarkan tabel standar dan ukuran bantalan yang digunakan dipilih bantalan block dengan jenis GHB P205, dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Diameter dalam (d) = 25,4 mm
- Diameter luar (D) = 33 mm
- Tebal bantalan (B) = 34 mm
- Kapasitas nominal dinamis spesifik (C) = 790 kg
- $F_a =$ diabaikan = 0
- $F_r =$ beban radial (kg)
= berat poros + beban pulley besar + beban kepala pemutar
= 2 Kg + 2 Kg + 20 Kg
= 24 Kg
- Beban putar pada cincin dalam (V) = 1

a. Menghitung faktor kecepatan

Dalam menghitung faktor kecepatan didapatkan $f_n = 0,386$. Dimana bisa dilihat pada persamaan 9 [9].

$$f_n = \left[\frac{33,3}{n} \right]^{1/3} \quad (9)$$

- b. Menghitung Beban ekuivalen dinamis (P) Dalam menghitung beban ekuivalen didapatkan dinamis didapatkan $P = 14,4$ kg. dimana dapat dihitung menggunakan persamaan 10 [9].

$$P = X_o \cdot V \cdot F_r + Y_o \cdot F_a \quad (10)$$

c. Menghitung faktor umur (fh)

Dalam menghitung faktor umur pada bantalan didapatkan $f_h = 21,18$ bisa dilihat pada persamaan 11.

$$f_h = f_n \times \frac{C}{P} \quad (11)$$

d. Menentukan umur bantalan (Lh)

Dalam perhitungan menentukan umur bantalan didapatkan Lh = 4.750.595 jam. Dapat dilihat pada persamaan 12 [7].

$$Lh = 500 \times fh^3 \quad (12)$$

Dimisalkan: pemakaian bearing

$$\begin{aligned} 1 \text{ hari} &= 8 \text{ jam} \\ 1 \text{ Tahun} &= 12 \text{ tahun} \\ \frac{4.750.595 \text{ jam}}{2.920} &= 4,5 \text{ tahun} \end{aligned}$$

3.5 Sabuk V (*V-belt*)

V-belt akan digunakan untuk mereduksi putaran dari putaran mesin sebesar 2850 rpm menjadi 593,75 rpm. Dengan variasi beban sedang dan diperkirakan waktu kerja mesin berkisar 8-10 jam sehari maka faktor koreksi yang diperoleh adalah 1,4. *Pulley* yang digunakan adalah pulley dengan ukuran 63,5 mm (2,5 inch) dan 304,8 mm (12 inch) dengan jarak antar pusat poros sebesar 420 mm.

Dalam perhitungan sabuk v didapatkan P = 250 0,25 Kw, $P_d = f_c \times p = 0,35 \text{ Kw}$, maka didapatkan T = 118,37 kg.mm, bisa dilihat pada persamaan 13 [10].

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \frac{P_d}{n_1} \quad (13)$$

a. Penampang *v-belt* yang digunakan

Di karena kan dalam perancangan menggunakan daya yang rendah, maka di pilihlah *v-belt* Tipe A berdasarkan dari diagram pemilihan sabuk-V.

b. $d_p = 63,5 \text{ mm}$ dan $D_p = 304,8 \text{ mm}$

c. Kecepatan *v-belt*

Didapatkan kecepatan *v-belt* $V = 9,47 \text{ m/s}$. Dimana bisa dilihat pada persamaan 14 [10].

$$V = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_1}{60 \times 1000} \quad (14)$$

d. $9,47 \text{ m/s} < 30 \text{ m/s}$, Baik untuk digunakan

e. Panjang keliling

Didapatkan Panjang keliling $L = 1452,88 \text{ mm}$. didapatkan dari perhitungan pada persamaan 15 [10].

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(d_p + D_p) + \frac{1}{4C}(D_p - d_p)^2 \quad (15)$$

f. Nomor nominal *v-belt* yang digunakan adalah *v-belt*: no 57 dengan $L = 1448 \text{ mm}$.

g. Besar sudut kontak

Didapatkan besar sudut kontak $\theta = 2,57^0$ dimana $1 \text{ rad} = 57,32^0$. Dapat dilihat pada persamaan 16.

$$\theta = 180^0 - \frac{57(D_p - d_p)}{c} \quad (16)$$

h. Jadi *v-belt* yang sesuai dengan sistem transmisi mesin pemutar gerabah adalah *v-belt* tipe A no. 57 dengan jarak poros 420 mm.

3.6 Rangka Mesin Pemutar Gerabah

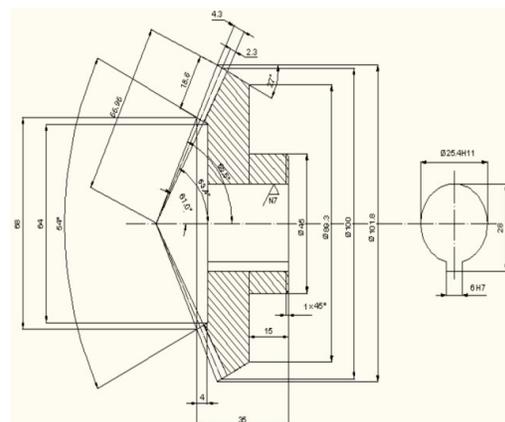
Beban yang diterima rangka mesin pemutar gerabah terdiri dari beban-beban berat komponen-komponen dari mesin pemutar gerabah. Beban-beban tersebut antara lain adalah beban dari motor listrik ($\pm 10 \text{ kg}$), pulley dan belt (+ 2,5 kg), poros dan roda gigi (+ 3 kg), kepala pemutar ($\pm 0,85 \text{ kg}$), bearing (+2 kg), dan beban maksimal dari bahan pembuat gerabah/tanah liat (10 kg). Bahan batang rangka yang digunakan pada mesin pemutar gerabah ini terdiri dari bahan rangka yang berupa besi profil L 40x20x3 mm dan plat mild steel dengan ketebalan 4 mm.

3.7 Kepala Pemutar

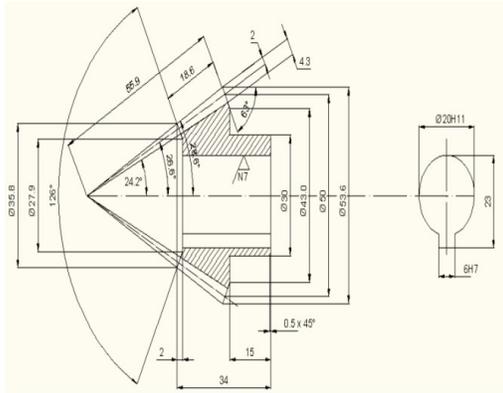
Putaran kepala pemutar ini berputar searah dengan jarum jam dengan putaran maksimal 296,87 rpm. Putaran ini dapat diturunkan sesuai dengan kebutuhan kerja dengan menggunakan bantuan dari pijakan pengatur kecepatan putaran. Kepala pemutar terbuat dari kayu mahoni dengan ketebalan 25 mm dengan ukuran diameter 304,8 mm (12 inch).

3.8 Roda Gigi Payung

Selain sebagai penerus putaran, roda gigi payung ini juga digunakan untuk menurunkan kecepatan putar dari kecepatan putar poros horizontal yang sebesar 593,75 rpm menjadi 296,87 rpm pada putaran poros vertikal. Komponen dari roda gigi payung terdiri atas sebuah roda gigi besar dan roda gigi kecil seperti yang ditampilkan pada Gambar 6 dan 7. Diameter roda gigi besar 101,8 mm dengan jumlah gigi sebanyak 50 buah dan roda gigi pinion dengan diameter sebesar 53,6 mm dengan jumlah gigi sebanyak 25 buah. Kedua komponen roda gigi payung terbuat dari bahan ST 42.



Gambar 6. Dimensi Roda Gigi Besar



Gambar 7. Dimensi Roda Gigi Pinion

3.9 Pijakan Pengatur Kecepatan Putar

Kecepatan merupakan sebuah pegal gas yang berfungsi sebagai sarana untuk menghidupkan dan mematikan motor listrik pada mesin pemutar gerabah. Pijakan ini disambungkan dengan tuas motor oleh sebuah tali gas. Cara kerja dari pijakan ini adalah ketika pijakan ini ditekan akan menarik tali gas yang telah tersambung dengan tuas motor listrik dan akan menghidupkan motor listrik.



Gambar 8. Pijakan Pengatur Kecepatan

Pijakan pengatur kecepatan mesin pemutar gerabah ini menggunakan pijakan pengatur kecepatan yang umumnya digunakan pada komponen mesin jahit otomatis yang menggunakan motor listrik. Pijakan ini telah mengalami modifikasi yang disesuaikan dengan kebutuhan pada mesin pemutar gerabah. Salah satu modifikasi yang dilakukan adalah dengan menambahkan baut pada pijakan ini.

Baut ini memiliki fungsi sebagai pengatur kedalaman pijakan yang dapat dilakukan, sehingga pengaturan kecepatan pada mesin pemutar gerabah diharapkan lebih baik dan mudah digunakan. Pengaturan kedalaman pijakan ini penting karena diharapkan

dengan pengaturan kedalaman pijakan ini kecepatan putaran mesin pemutar gerabah dapat disesuaikan dengan kebutuhan putaran mesin saat mesin melakukan proses pembuatan gerabah dengan berbagai ukuran yang bervariasi.

4. Kesimpulan

Hasil rancangan mesin pemutar gerabah dapat disimpulkan: tenaga penggerak motor AC 250 Watt, model DOL 250-2. Spesifikasi dari mesin gerabah ini adalah panjang 760 mm x lebar 400 mm x tinggi 700 mm. Rangka mid steel profil L 40 x 20 x 3 m, system penyambungan rangka menggunakan pengelasan. Casing mika 0,8 peyambungan dengan rangka menggunakan baut. Sistem transmisi mesin pemutar gerabah mengubah motor listrik sebagai sumber utama tenaga penggerak dimana putarannya diturunkan dari putaran 2850 rpm menjadi 296,87 rpm dengan komponen berupa 2 pulley diameter 2,5 inch dan 12 inch, v-belt A-57,2 poros pejal diameter 1 inch, roda gigi payung dengan perbandingan $Z_1 = 25$ dan $Z_2 = 50$. Kecepatan putaran mesin pemutar gerabah ini dapat diatur kecepatannya dengan menggunakan pedal pengatur kecepatan putar sesuai dengan kebutuhan saat bekerja.

Daftar Rujukan

- [1] Dodi Chandra, 2015. "Gerabah Galo Gandang", [https://www.kompasiana.com/dodichandra/ 552 e0a7f6ea83 41f278b45be/gerabah-galo gadang]. Diakses pada tanggal 24 Agustus 2020 pukul 23.30 Wib.
- [2] Seni budayaku, 2017. "Macam-macam Teknik Pembuatan Gerabah"
- [3] Oktiana Faridatul Khasanah, UNS-F. Teknik Jur. Teknik Industri, 2009. Perancangan ulang alat pembuat keramik dengan sistem penggerak pedal searah
- [4] Andika S, Perancangan Mesin Pemutar Gerabah Dengan Kekuatan Tumpuan Maksimal 16 kg, 09-02-2016, Journal Simki-Techsain
- [5] Rahma Nur Amalia, Aziz Muslim, Erni Yudaningsy, Kontrol Kecepatan Mesin Pemutar Gerabah dengan control logika Fuzzy-Tsk Berbasis mikrokontroller Atmega 8535, Jurnal Teknik FT UMT, P-ISSN: 2302-8734 E-ISSN: 2581-0006, Vol. 10 No. 1 Th. 2021
- [6] G. Takeshi & N, Sugiarto H. 1989. Menggambar Mesin, menurut standart ISO, Jakarta: PT. Pradyana Paramita.
- [7] Zaunari, Ahmad., 2006, Elemen Mesin 1, Cetakan Kedua, PT. Refika Aditama, Bandung.
- [8] Khurmi, R.S & Gupta, J.K. *A Text Book of Machine Design*. New Delhi: Eurasia Publishing House (Pvt) LTD, 1982.
- [9] Sularso & Suga, Kiyokatsu. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta: PT Pradnya Paramita, 2002.
- [10] Hery Sonawan, 2009, Perancangan Elemen Mesin, Sabuk Puli. Jakarta. PT. Pradyana Paramita.