

ITEKS**Intuisi Teknologi Dan Seni**

Analisis Morfologi dan Rancang Bangun Mesin Grinding Camshaft Untuk Meningkatkan Performa Engine Sepeda Motor

Khanif Setyawan¹, Nuning Artati²

¹Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknik Wiworotomo Purwokerto

²Program Studi Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknik Wiworotomo Purwokerto

email; khanif.sttw@yahoo.co.id¹

Abstrak

Dengan Majunya ilmu pengetahuan dan teknologi yang pesat dan semakin moder serta diimbangi dengan kebutuhan manusia yang semakin meningkat, hal ini menyebabkan manusia untuk berusaha menciptakan suatu teknologi baru ataupun mengembangkan teknologi yang sudah ada sebelumnya menjadi lebih baik dari sebelumnya, hal itu untuk mempermudah manusia dalam melakukan kegiatan rutinitas sehari-hari. Mesin modifikasi grinding camshaft ini digunakan untuk mempermudah manusia dalam melakukan perbaikan dan modifikasi pada komponen sepeda motor untuk meningkatkan unjuk kerja mesin. Tujuan skripsi ini adalah merancang mesin modifikasi *grinding camshaft*, Mesin ini digunakan untuk memodifikasi *camshaft* standar menjadi *camshaft racing* dan memperbaiki *camshaft* yang rusak dengan kapasitas 100cc-250cc dengan teknologi modern. Mesin ini mampu menghasilkan 1 *camshaft racing* dan memperbaiki *camshaft* yang rusak /jam. Proses perancangan mesin dilakukan dengan tahapan yaitu menganalisis kebutuhan, perancangan konsep produk, pemodelan dengan gambar kerja kemudian merancang produk, dan terakhir mendokumentasikan produk dalam bentuk gambar desain mesin dan bentuk nyata “Mesin modifikasi grinding *camshaft* otomatis dengan menggunakan bok kontrol durasi”. Tenaga penggerak mesin direncanakan menggunakan motor listrik yang disesuaikan dengan kemampuan daya listrik untuk bengkel kecil sampai menengah yang diperkirakan rata-rata berkisar antara daya 150 Watt, 220 Volt, 50/60 Hz, 0,75 A, dengan kecepatan *max* 6000 rpm. Hasil tugas akhir ini menghasilkan desain dan gambar kerja produk mesin modifikasi *grinding camshaft* meliputi gambar poros, gambarudukan *camshaft* dan kedudukan *pulley*, gambar rangka mesin, dan gambar sistem transmisi. Komponen pada sistem pengamplasan menggunakan poros berbahan St 37, kedudukan *camshaft* dan kedudukan *pulley* menggunakan bahan St 34, meja mesin menggunakan kayu. Dan sistem transmisi poros penggerak *camshaft* menggunakan rantai kamrat dan roda gigi 16/16, dengan kekuatan motor servo hingga 15 kg.

Kata kunci : *grinding camshaft*, Daya motor listrik, *Performa Engine*, sepeda motor.

1. Pendahuluan

Sepeda motor sekarang sudah menjadi kebutuhan pokok, mengingat sekarang alat transportasi utama yang banyak digunakan adalah sepeda motor, pada mesin sepeda motor terdiri dari susunan komponen mesin meliputi beberapa sistem, salah satunya sistem mekanisme katup, dimana didalam sistem mekanisme katup terdiri dari komponen seperti *camshaft* (Noken As), *valve* (Katup), *spring valve* (Pegas Katup), dan *rocker arm*^[1]. Dalam Penggunaan sepeda motor sering kali pengguna sepeda motor harus kerepotan saat terjadi masalah pada mekanisme penggerak katup, karena selain dari perusahaan tidak menyediakan untuk perbaikan penggerak katup seperti *camshaft*, dealer

ITEKS**Intuisi Teknologi Dan Seni**

rekomendasi dari produk sepeda motor pun tidak melayani untuk perbaikan mekanisme penggerak katup sedangkan pada *camshaft* sendiri sangat rentan untuk terjadi kerusakan seperti terjadi keausan pada tonjolan profil *cam*, hal ini akan mengakibatkan *performa* mesin sepeda motor menjadi menurun karena *camshaft* yang mengalami keausan akan mempengaruhi celah antara baut penyetel yang berada di *rocker arm*, biasanya hal ini disertai dengan suara mengelitik di bagian kepala silinder dan penggunaan bahan bakar yang boros^{[2][3]}.

Motor bakar torak adalah salah satu jenis mesin pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*) yang menggunakan silinder yang di dalamnya terdapat torak yang bergerak translasi (bolak-balik)^{[4][5]}. Inovasi adalah proses yang mencakup kegiatan teknis, desain, pengembangan, manajemen dan mengakibatkan komersialisasi baru (atau yang ditingkatkan) produk, atau penggunaan pertama dari baru (atau yang ditingkatkan) dalam proses, inovasi juga dapat didefinisikan sebagai melakukan lebih banyak dengan lebih sedikit sumber daya, dengan memungkinkan efisiensi dalam proses^{[6][7]}. Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka permasalahannya adalah Merancang konstruksi dan komponen yang akan digunakan dan membangun mesin modifikasi grinding *camshaft*. Melihat identifikasi masalah yang telah dipaparkan diatas di atas maka analisa konstruksi, perancangan konstruksi meliputi bagian komponen yang akan digunakan pada mesin grinding *camshaft*, dan gambar kerja. Tujuan perancangan mesin modifikasi grinding *camshaft* adalah untuk memperbaiki *camshaft* dan memodifikasi *camshaft* dan efektifitas kerjanya.

Mesin modifikasi grinding *camshaft* ini merupakan pengembangan dan modifikasi dari mesin yang telah ada sebelumnya. Pernah melakukan rancang bangun ulang mesin modifikasi *camshaft*, dengan menambahkan eretan yang dapat bergerak melintang dan memanjang, dengan menggunakan metode yang digunakan melakukan survey dan menganalisis komponen yang akan dibuat dan menganalisis perhitungan meliputi data teknis dan ekonomi^{[8][9]}. Fungsi alat adalah dapat merubah durasi *camshaft* standar menjadi lebih besar derajatnya dalam hitungan derajat dari kruk as serta dapat menentukan *lift*, mesin ini merupakan pengembangan dari mesin yang sudah ada sebelumnya.

2. Metodologi Perancangan

- a. Bahan Yang Digunakan adalah Besi dan Baja dengan Sifat Mekanis Logam yangmg diketahui
- b. Faktor Keamanan, Faktor keamanan n adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi keamanan dari suatu elemen mesin
- c. Elemen Mesin, Elemen mesin adalah bagian dari komponen tunggal yang dipergunakan

2.1. Perhitungan Dasar Mesin Modifikasi Grinding Camshaft**1. Poros**

- a. Daya rencana (P_d)(1)^[10]

$$P_d = f_c \cdot P$$

Keterangan:

P_d = Daya yang direncanakan f_c = Faktor koreksi P = Daya yang ditransmisikan

- b. Menghitung momen yang terjadi pada poros

$$T = 9,74 \times 10 \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

ITEKS**Intuisi Teknologi Dan Seni**

T = momen rencana (kg.mm)

n_1 = putaran poros (rpm)

c. Menentukan diameter poros

$$d_s \geq \left[\frac{5,1}{\tau_a} \sqrt{(K_m M)^2 + (K_t T)^2} \right]^{\frac{1}{3}} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

K_m = Faktor koreksi momen lentur

M = Momen lentur (kg.mm)

K_t = Faktor koreksi momen puntir

T = Momen puntir (kg.mm)

d_0 = Diameter luar (mm)

d_1 = Diameter dalam (mm)

2. Bantalan

a. Beban ekuivalen

$$Pr = X.V.Fr + Y.Fa$$

Keterangan:

Pr = Beban ekuivalen (kg)

X = Faktor radial

Y = Faktor aksial

V = Faktor putaran

Fr = Beban radial (kg)

Fa = Beban aksial (kg)

b. Faktor Kecepatan fn

$$fn = \left(\frac{33,3}{n} \right)^{1/3}$$

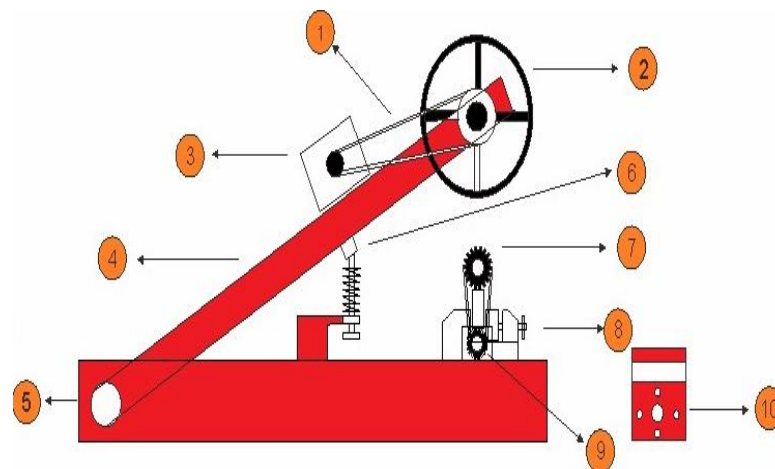
Keterangan:

fn = faktor kecepatan

n = kecepatan putaran penggerak (rpm)

2.1. Analisis Morfologi Mesin Modifikasi Grinding Camshaft

Analisis morfologi adalah suatu pendekatan yang sistematis dan terstruktur^{[11][12]}.



Gambar 2.1. Desain mesin grinding

ITEKS**Intuisi Teknologi Dan Seni**

=====

Keterangan :

1. *V-belt* dan *pulley*
2. Roda Amplas
3. Motor listrik penggerak
4. Lengan roda amplas (*Arm*)
5. Rangka mesin
6. Pegas dan Penyetel
7. *Sprocket* (Transmisi II)
8. *Catok cross*
9. Motor servo
10. *Remote Module control*

3. *Pulley*

Pulley merupakan salah satu elemen mesin untuk menstransmisikan daya.

a. Diameter Lingkaran Jarak Bagi puli (d_p, D_p)

$$D_p = d_p \times I \dots\dots\dots (4)^{[13]}$$

Keterangan:

d_p = Diameter jarak bagi puli kecil (mm)

D_p = Diameter jarak bagi puli besar (mm)

I = Perbandingan putaran

b. Diameter luar puli (d_k, D_k)

$$d_k = d_p + 2 \times 4,5 \dots\dots\dots (5)^{[14]}$$

$$D_k = D_p + 2 \times 4,5 \dots\dots\dots (6)$$

$$d_b = \frac{5}{3} d_{s1} + 10$$

$$D_b = \frac{5}{3} d_{s2} + 10$$

Keterangan:

d_k = Diameter luar puli kecil (mm)

D_k = Diameter luar puli besar (mm)

d_b = Diameter naf puli kecil (mm)

D_b = Diameter naf puli besar (mm)

c. Kecepatan sabuk (v)

$$V = \frac{d_p n_1}{60 \times 100}$$

Keterangan:

V = Kecepatan puli (m/s)

d_p = Diameter puli kecil (mm)

n_1 = Putaran puli kecil (rpm)

d. Putaran sabuk < putaran poros, baik.

$$C - \frac{d_k + D_k}{2} > 0$$

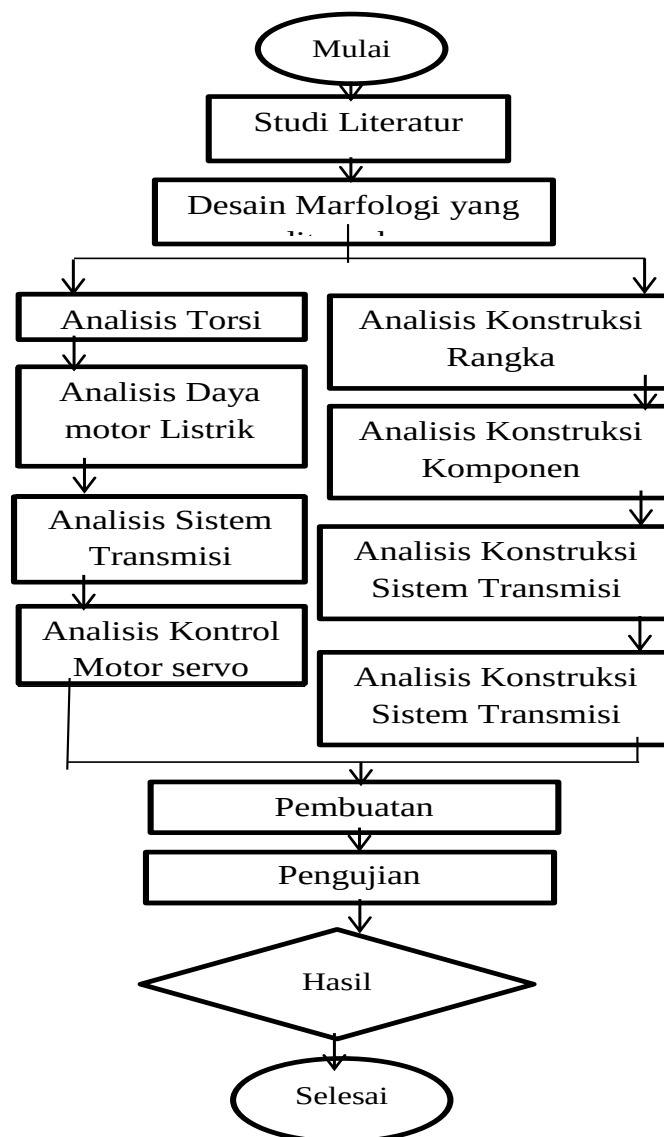
Keterangan:

C = Jarak sumbu poros (mm); Panjang keliling (L)

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

ITEKS**Intuisi Teknologi Dan Seni**

$$\begin{aligned} &\text{Jarak Sumbu Poros} \\ &b = -2L - 3,14 (D_p + d_p) \\ &C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8 (D_p + d_p)^2}}{8} \text{ (mm)} \\ &\text{Sudut Kontak } (\theta) \\ &(\theta) = 180 - \frac{57 (D_p + d_p)}{C} \\ &\text{Factor koreksi } (k\theta) = 0,99 \end{aligned}$$

2.2. Flow Chart Perancangan**Gambar 2.2.** Flow Chart Perancangan

ITEKS**Intuisi Teknologi Dan Seni**

4. Motor Listrik

$$P = \frac{T}{9,74 \times 10^5} n_1 \dots\dots\dots (7)$$

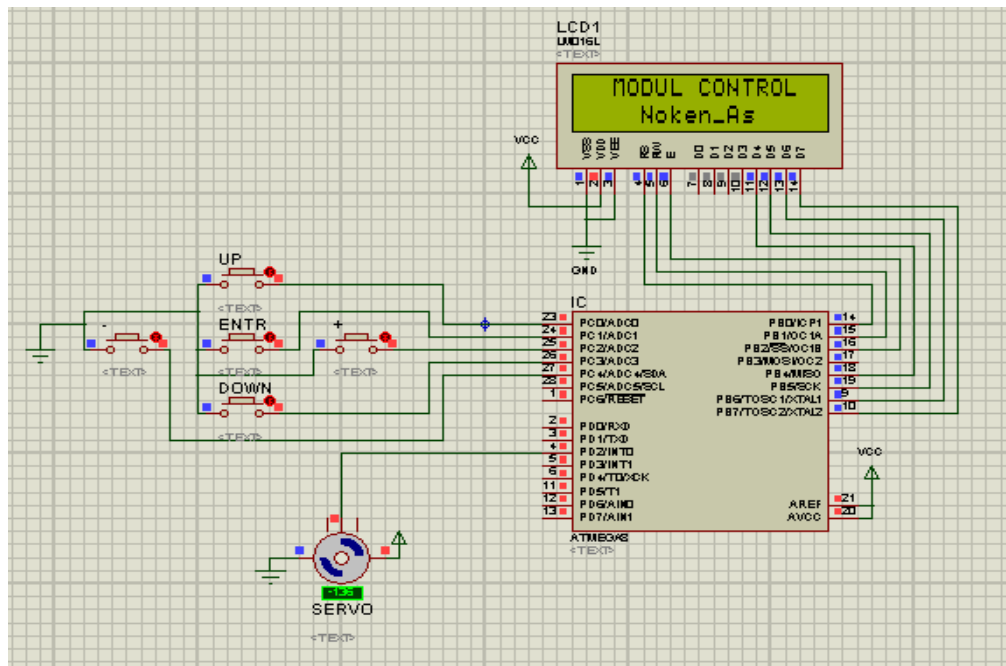
Dimana :

P = Daya motor listrik (kW)

T = Torsi (kg.mm)

5. Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol. Modul kontrol durasi dengan *Programmable Logic Control (PLC)* merupakan suatu bentuk khusus kendalian berbasis *microprosesor*.



Gambar 2.3. bentuk kendali berbasis *microprosesor*.

3. Pembahasan Dan Analisa Perhitungan**3.1. Gambar Rancangan Komponen dan Analisa Perhitungan**

a. Perhitungan Sistem Transmisi

Keterangan

n_1 = 6000 rpm

n_{kerja1} = 6000 rpm x i_1

= 6000 x 1

n_{kerja2} = 6000 rpm x (i_1 x i_2)

= 6000 rpm x (1 x 0,5)

= 6000 rpm x i total

n_{akhir} = 3000 rpm

ITEKS**Intuisi Teknologi Dan Seni**

b. Analisa Torsi Poros

$$F_s = m \cdot \frac{V^2}{R}$$

Dimana :

M = Massa Amplas (0,07)

R = Jari-Jari puli (0,115)

V dicari dengan persamaan berikut :

$$C_s = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 300 \cdot 6000}{1000 \cdot 60} = 94,2 \text{ m/s}^2$$

Maka :

$$F_r = m \cdot \frac{V^2}{R} = 0,07 \cdot \frac{95^2}{0,115} = 549 \text{ N}$$

gaya yang dihasilkan yaitu sebesar :

$$P = \tau \cdot W$$

$$P = F \cdot r \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}$$

$$1,3 \cdot 1 \text{ Hp} = F \cdot 115 \cdot \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 3000}{60}$$

$$1,3 \text{ Hp} = F \cdot 36,11 \text{ m.put/det}$$

$$969,8 \text{ kg.m/det}^3 = F \cdot 36,11 \text{ m.put/det}$$

$$F = 26,8 \text{ kg.m/det}^2$$

$$= 26,8 \text{ N}$$

Maka torsi yang dialami poros yaitu

Torsi (TA)

$$= F \times r = 2,7 \text{ kg} \times 150 \text{ mm} = 405 \text{ kg.mm}$$

$$3,7 \text{ Nm (g = 9,8 m/s}^2)$$

Jadi besarnya torsi yang dialami oleh poros adalah 405kg.mm atau 3,7 Nm.

c. Perhitungan Kebutuhan Daya Motor Penggerak

$$T = \frac{N}{\omega} \text{ Nm } 1 \text{ Hp} = 0,746 \text{ Kw dan } \omega = \frac{2\pi n}{60} \text{ rad/s}$$

$$T = \frac{N \cdot 60}{2\pi n} \text{ Nm}$$

Maka

$$T = \frac{N \cdot 60 (\eta_{motor} \times F_{cbelt})}{2\pi n}$$

$$T = \left(\frac{1 \times 746}{2 \times 3,14 \times 3000} \right) 60 (0,9 \times 1,3)$$

$$T = 27,79 \text{ Nm dengan toleransi } 1 \text{ Nm}$$

Maka T penggerak > Poros transmisi 26,8 Nm

d. Alur perhitungan poros transmisi

Data yang diketahui untuk perhitungan poros transmisi antara lain

a. Daya yang ditransmisikan : 0,746 kW

Putaran poros : 3000 rpm

Bahan poros : St 37

b. Momen

Momen yang terjadi adalah momen puntir penggerak, yaitu sebesar 27,79 Nm

2834,5 kg.mm

c. Bahan poros St 37

Kekuatan tarik (θ_B) = 37 kg/mm²

ITEKS**Intuisi Teknologi Dan Seni**

=====

Faktor keamanan (Sf_1 .)

untuk bahan S-C = 6 (S-C Bahas Jerman untuk bahan St)

Faktor pengaruh (Sf_2 .) adalah = 2

- d. Tegangan geser yang diizinkan (
- τ_a
-) adalah

$$\tau_a = \frac{\theta_B}{(Sf_1 \cdot Sf_2)}$$

$$\tau_a = \frac{37}{(6 \times 2)}$$

$$= 3,08 \text{ kg/mm}^2$$

- e.
- K_t
- (faktor koreksi tumbukan) ditentukan = 2

 C_b (faktor koreksi lenturan) ditentukan = 2

[harganya antara 1,2 – 2,3, jika diperkirakan tidak akan terjadi pembebanan lentur maka diambil = 1,0],

Perhitungan diameter poros (d_s)

$$d_s = \left[\left(\frac{5,1}{\tau_a} \right) \times K_t \times C_b \times T \right]^{1/3} \longrightarrow 2834,5 \text{ kg.mm}$$

$$= \left[\left(\frac{5,1}{3,08} \right) \times 2 \times 2 \times 2834,5 \right]^{1/3}$$

$$= 26,57 \text{ mm} = 26,5 \text{ mm}$$

$$= \frac{26,5}{2} \text{ mm}$$

$$= 13,25 \text{ mm} = 13 \text{ mm}$$

- f. Tegangan geser yang terjadi yaitu

$$\tau = \frac{T}{\left(\frac{\pi d_s^3}{16} \right)}$$

$$\tau = \frac{5,1 \times 2834,5 \text{ kg.mm}}{20^3 \text{ mm}^3}$$

$$\tau = 1,8 \text{ kg/mm}^2$$

- e. Analisis Torsi Penggerak

$$T = \frac{N}{\omega} \text{ Nm } 1 \text{ Hp} = 0,746 \text{ Kw dan } \omega \frac{2\pi n}{60} \text{ rad/s}$$

$$T = \frac{N \cdot 60}{2\pi n} \text{ Nm}$$

Maka

$$T = \frac{N \cdot 60 (\eta_{motor} \times F_{cbelt})}{2\pi n}$$

$$T = \left(\frac{1 \times 746}{2 \times 3,14 \times 3000} \right) 60 (0,9 \times 1,3)$$

$$T = 27,79 \text{ Nm dengan toleransi } 1 \text{ Nm}$$

Maka T penggerak > Poros transmisi 26,8 Nm

- f. System Transmisi

- a. Data yang diketahui

$$P = \frac{1}{2} \text{ HP} = 0,746 \text{ kw}$$

$$n_1 = 6000 \text{ rpm}$$

$$n_2 = 3000$$

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{7000}{3000} = 2$$

$$C = 150 \text{ mm}$$

- b. Momen

$$T_1 = 9,74 \times 10^5 \times \left(\frac{P}{n_1} \right) = 9,74 \times 10^5 \times \left(\frac{0,746}{6000} \right)$$

ITEKS**Intuisi Teknologi Dan Seni**

- =====
- $$= 121,1 \text{ kg.mm}$$
- $$T_2 = 9,74 \times 10^5 \times \left(\frac{P}{n_2}\right) = 9,74 \times 10^5 \times \left(\frac{0,746}{3000}\right)$$
- $$= 242,2 \text{ kg.mm}$$
- c. Bahan poros adalah ST 37
- d. Diameter Poros
 $D_{s1} = 13 \text{ mm}$
 $D_{s2} = 14 \text{ mm}$
- e. Diameter lingkaran jarak bagi puli
 $d_p = 41 \text{ mm}$
 $D_p = d_p \times I = 41 \times 2 = 82 \text{ mm}$
 Diameter luar puli (d_k, D_k)
 $d_k = d_p + (2 \times 5,55) = 82 + (2 \times 5,55) = 93 \text{ mm}$
 $D_k = D_p + (2 \times 5,55) = 93 + (2 \times 5,55) = 104 \text{ mm}$
- f. Kecepatan Sabuk
 $V = \frac{d_p \cdot n_1}{60 \times 1000} = \frac{82 \times 6000}{60000} = 8,2 \text{ m/s}$
- g. Putaran sabuk lebih rendah dari kecepatan maksimum
 $(8,2 \text{ m/s} < 30 \text{ m/s})$
 Panjang Keliling
 $L = 2C + \frac{\pi}{2} (d_p + D_p) + \frac{1}{4C} (D_p - d_p)^2$
 $L = 2.150 + \frac{3,14}{2} (41 + 82) + \frac{41}{4.150} (82 - 41)^2$
 $L = 300 + 439,1 + 2,78$
 $L = 741,88 \text{ mm}$
- h. Nomor nominal sabuk-V yang dipilih dan ada di pasaran = No.40 dengan $L = 1016 \text{ mm}$
- i. Jarak sumbu poros (C)
 $b = 2L - 3,14 (D_p + d_p)$
 $= 2 \times 1016 - 3,14 (82 + 41)$
 $= 2032 - 386,2 \text{ mm}$
 $= 1645,8 \text{ mm}$
 $C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(D_p - d_p)^2}}{8}$
 $= \frac{1645,8 + \sqrt{1645,8^2 - 8(82 - 41)^2}}{8}$
 $= \frac{1645,8 + \sqrt{2708657,46 - 13448}}{8}$
 $= \frac{1645,8 + \sqrt{2695209,64}}{8}$
 $= \frac{1645,8 + 1641,7}{8}$
 $= 410,9 \text{ mm} \rightarrow 411 \text{ mm}$

Mesin ini berfungsi untuk menggerindan camshaft dengan bantuan bok control durasi.

4. Kesimpulan Dan Saran**4.1. Kesimpulan**

Dari perancangan mesin modifikasi *grinding camshaft* maka dimensi utama yang dapat di ketahui dari proses optimum adalah ;

- a. $T = 27,79 \text{ Nm}$ dengan toleransi 1 Nm , Maka T penggerak > Poros transmisi $26,8 \text{ Nm}$

ITEKS**Intuisi Teknologi Dan Seni**

- =====
- b. Putaran sabuk lebih rendah dari kecepatan maksimum ($8,2 \text{ m/s} < 30 \text{ m/s}$)
 c. Nomor nominal sabuk-V yang dipilih dan ada di pasaran = No.40 dengan $L = 1016 \text{ mm}$

4.2. Saran

Perencanaan ini merupakan jalan untuk pembentukan masa depan yang lebih baik, namun penulis mengakui jika dalam perencanaan ini masih banyak kekurangan diberbagai sisi karena timbulnya beberapa kendala yang muncul dalam proses perencanaan seperti keterbatasan kemampuan dan waktu yang dimiliki.

5. Daftar Pustaka

- [1] Achmad Zainun. 1999. *Elemen Mesin 1*. Bandung : Refika Aditama.
 [7] Boediono. 2008. *Ekonomi Mikro*. Yogyakarta : BPFE-Yogyakarta.
 [8] Darmawan Harsokusoemo. (1999). *Pengantar Perancangan Teknik*. Jakarta: Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi.
 [4] Epsito and Thrower.R.J. 1991. *Machine Design*. New York: Delmar Publisher, Inc.
 [13] G. Niemann. (1992). *Elemen Mesin Jilid 1* (Budiman, A., Priambodo, B. Terjemahan). Jakarta: Erlangga.
 [12] Harsokoesoemo, D. 2000. *Pengantar Perancangan Teknik (Perancangan Produk)*. Jakarta : Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional.
 [11] Jarwo Puspito. 2009. *Diktat Kuliah Perancangan Alat Dan Permesinan Bersinergi Dengan Karya Ilmiah Proyek Akhir*. Yogyakarta.
 [5] Khurmi, R.S. dan Gupta, J.K. 1982. *Machine Design*. New Delhi: Eurasia Publishing House.
 [6] Machfudz, M. (1989). *Akutansi Manajemen*. Yogyakarta:BPFE. UGM. Mott, Robert L. 2004. *Machine Element in Mechanical Design : Fourth Edition*. New Jersey : Pearson Education.
 [3] Partadireja, A. 1996. *Pengantar Ekonomika*. Yogyakarta : Fakultas Ekonomi UGM. Cetakan ke-9. Rohyana, S. (1999). *Pengetahuan dan Pengolahan Bahan SMK Kelompok Teknologi dan Industri*. Bandung: Humaniora Utama Press (HUP).
 [2] Shigley, J.E., dan Mitchell, L.D. (2000). *Perencanaan Teknik Mesin Edisi Keempat Jilid 1* (Harahap, G. Terjemahan). Jakarta: Erlangga.
 [10] Sularso, dan Suga, K. 2004. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradnya Paramita. Surdia, T., dan Saito, S. 1995. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Cetakan ke-4. Jakarta: Pradnya Paramita.
 [9] Ibrahim Hasan 2012.*Laporan Proyek Kahir Rancang Bangun Mesin Modifikasi Camshaft*.FT. UNY
 [14] Surono. 2010. *Laporan Proyek Akhir: Perancangan Mesin Pencetak Kulit Bola untuk Produksi Kulit Bola Kaki Berpola Segi Lima dan Segi Enam*. FT UNY.