

# SIMULASI CUTTING AND HOLDING PADA LENGAN EXAVATOR

**Wirda Novarika AK<sup>1)</sup>, Juner Simbolon<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik UISU

<sup>2)</sup>Mahasiswa Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang  
*wirdanovarika@gmail.com*

## Abstract

*In line with the development of science and technology in the modern era now, a lot of simulations that have been created, both in the form of simulation on the screen or in the size of the prototype simulation. The working principle in this simulation tool that uses a DC electric motor drive and Adaptor as the energy supplier. This tool can does movement is holding and cutting. Cutting capacity in this tool is 10 cm on banana tree and requires wiper motor as a driver because it has power 240 Watt = 0,3216 Hp and 120 Watt = 0,1608 Hp*

**Keywords :** Maintenance and Repairing, Holding and Cutting

## I. Pendahuluan

Sekarang ini perkembangan industri khususnya alat berat sudah sangat pesat kemajuannya, berbagai produk-produk dengan banyak *design* yang dikeluarkan oleh produsen-produsen telah merambah ke berbagai penjuru dunia, khususnya Indonesia. Indonesia sebagai negara berkembang jelas sangat membutuhkan alat berat guna membantu pengerjaan yang berat yang tidak bisa dilakukan oleh manusia hanya dengan menggunakan waktu dalam detik, seperti proses penebangan pohon, pembelahan pohon, pemotongan, dan proyek-proyek yang membutuhkan alat berat. *Exavator* merupakan salah satu jenis alat berat yang mana bagian lengan nya dapat diubah-ubah. Pada kesempatan kali ini

## II. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Pengertian Excavator

*Excavator* merupakan salah satu alat berat yang digunakan untuk memindahkan material dan juga dapat digunakan sebagai alat pemotong kayu tergantung dari *Attachment* nya. Tujuannya adalah untuk membantu dalam melakukan pekerjaan yang sulit agar menjadi lebih ringan dan dapat mempercepat waktu pengerjaan sehingga dapat menghemat waktu.

Beberapa bidang industri yang menggunakannya antara lain. Konstruksi pertambangan, infrastruktur kehutanan dan segalanya.

*Excavator* berfungsi sebagai alat bantu dalam melakukan pekerjaan dan harus memiliki factor keselamatan yang baik. Faktor keselamatan tersebut dapat berupa pemilihan material yang tepat dan sesuai dengan kondisi kerja dari *excavator*, desain *excavator*, maupun pada saat proses pembuatan *excavator*.

### 2.2 Cutting & Holder

*Cutting & Holder* merupakan salah satu *bucket* pada *excavator* yang digunakan untuk memotong kayu kecil dan juga besar, penulis kali ini menggunakan motor listrik sebagai penggerak utama

pada simulasi *cutting & Holding*, Adapun bagian-bagian utama dari simulasi ini adalah:

### 2.3 Motor Wiper

Wiper (penghapus kaca) adalah sangat penting dipakai di sebuah kendaraan, karena erat hubungannya dengan keselamatan. Jadi, Wiper berfungsi menyapu (menyeka) kaca dari air hujan, lumpur dan segala kotoran. Wiper menggunakan motor sebagai sumber tenaganya. Komponen yang biasanya memerlukan perawatan periodik akibat aus adalah sikat, komutator dan bantalan roda. Sikat yang aus atau komutator yang kotor, cacat atau terbakar akan menyebabkan resistansi tinggi dan aliran arus yang rendah. Akibatnya torsi motor akan kecil dan putaran motor akan lambat. Kadang-kadang motor bisa berhenti. Dalam Rancang bangun Simulasi yang akan dibuat oleh penulis, motor wiper 24 Volt ini akan digunakan sebagai penggerak utama untuk menggerakkan pisau, yang mana berfungsi sebagai benda pemotong dalam rancang bangun simulasi ini dan juga sekaligus sebagai penjepit, penulis menggunakan 2 motor wiper yang berbeda voltase, untuk pisau potong 24 volt dan untuk penjepit 12 volt.

Motor listrik berfungsi sebagai tenaga penggerak yang digunakan untuk menggerakkan mata Pisau dan penjepit, daya dari mesin tersebut, yaitu daya yang diperlukan dalam proses pemotongan dan juga penjepitan benda (batang kayu). Jika  $n_1$  (rpm) adalah putaran dari motor listrik dan  $T$  (Nm) adalah torsi pada motor listrik, maka besarnya daya  $P$  (kW) yang diperlukan untuk menggerakkan sistem yaitu:

$$P = F.R \times \frac{2\pi \times N}{60}$$

Dengan  $P$  = Daya Motor Listrik (Watt)

$T$  = Torsi motor listrik (Nm)

$N$  = Putaran motor listrik (rpm)

$F$  = Gaya (N)

$S$  = Jarak (Meter)

$P = V.I$

Dengan  $P$  = Daya motor listrik (watt)

$V$  = Voltase

$I$  = Kuat arus (Ampere)



Gambar 1. Motor wiper  
(Sumber:Google)

### 2.4 Adaptor

Adaptor adalah sebuah rangkaian elektronika yang dapat mengubah tegangan AC menjadi DC. Rangkaian ini adalah alternatif pengganti dari sumber tegangan DC, misalnya batu baterai dan accumulator. Keuntungan dari adaptor dibanding dengan batu baterai atau accumulator adalah sangat praktis berhubungan dengan ketersediaan tegangan karena adaptor dapat di ambil dari sumber tegangan AC yang ada di rumah, di mana pada jaman sekarang ini setiap rumah sudah menggunakan listrik. Selain itu, adaptor mempunyai jangka waktu yang tidak terbatas asal ada tegangan AC, tegangan AC ini sudah merupakan kebutuhan primer dalam kehidupan manusia.



Gambar 2. Adaptor (Sumber:Google)

### 2.5 Bantalan

Bantalan merupakan salah satu bagian dari elemen mesin yang memegang peranan cukup penting karena fungsi dari bantalan yaitu untuk menumpu sebuah poros agar poros dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. Bantalan harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik.

Prinsip Kerja Bantalan : Apabila ada dua buah logam yang bersinggungan satu dengan lainnya saling bergeseran maka akan timbul gesekan, panas dan keausan. Untuk itu pada kedua benda diberi suatu lapisan yang dapat mengurangi gesekan, panas dan keausan serta untuk memperbaiki kinerjanya, ditambahkan pelumas sehingga kontak langsung antara dua benda tersebut dapat dihindari.

### 2.6 Ball bearing 6204

Ball Bearing 6204 yaitu digunakan untuk pada penggerak pada poros ulir



Gambar 3. Ball Bearing 6204

### 2.7 Ball Bearing 6000

Ball Bearing 6000 yaitu digunakan untuk dibagian penjepit dan pemotong pada alat simulasi tersebut.



Gambar 4. Ball Bearing 6000

Rumus dasar bantalan :

Rumus dasar perencanaan bantalan :

Beban Ekuivalen (P)

$$P = X \cdot V \cdot F_r$$

Dimana :

P = Beban ekuivalen ( lb )

X = Jarak untuk bantalan bola

V = Faktor putaran

= 1 ( untuk ring dalam berputar )

= 1.2 ( untuk ring luar berputar )

$F_r$  = Beban radial ( lb )

Faktor umur bantalan :

$$F_h = F_n \left( \frac{C}{P} \right)$$

Dimana :

$F_n$  = Faktor putaran

C = Kapasitas beban dinamik

P = beban ekuivalen

### 2.8 Ulir

Ulir dapat digunakan untuk memegang/mengencangkan dua komponen atau lebih, dan memindahkan beban/benda. Fungsi yang pertama sering disebut pengencang (*fastener*) dan yang kedua dikenal dengan nama ulir daya (*power screw* atau *lead screw*). Sebagai fastener, konstruksi ulir dapat menerima beban *tensile*, *shear*, maupun keduanya.

Parameter-parameter utama ulir antara lain adalah :

- pitch, p – jarak antar ulir yang diukur paralel terhadap sumbu ulir.
- diameter, d - major diameter, minor diameter, dan pitch diameter.
- lead, L - adalah jarak yang ditempuh baut dalam arah paralel sumbu, jika baut diputar satu putaran. Untuk ulir single thread, lead akan sama dengan pitch. Ulir juga dapat dibuat multiple thread. Untuk tipe double thread, maka lead akan sama dengan 2 kali pitch; triple thread akan memiliki lead sama dengan 3 kali pitch dan seterusnya.
- Thread perinch, n – menyatakan jumlah ulir per inchi, sering digunakan pada standard UNS



Gambar 5. Ulir

Rumus yang digunakan pada ulir penggerak: Dikarnakan fungsi ulir pada simulasi untuk menggerakkan mata pisau dari terbuka hingga menutup. Maka penulis menggunakan rumus tegangan geser:

$$\tau_g = \frac{F_N}{A}$$

Dimana

$\tau_g$  = tegangan geser (N/mm)

$F_N$  = Gaya ulir (Newton)

A = Luas penampang (mm)

### 2.9 Pin

Pin merupakan bagian yang penting dalam simulasi ini yang mana berfungsi sebagai penahan.

Tegangan geser ijin :  $(\tau_{gb}) = \frac{tgb}{v}$

dimana : i : Jari-Jari Girasi (mm)

I : Momen Inersia ( $mm^2$ )

A: Luas Penampang ( $mm^2$ )



Gambar 6. Pin

### 2.10 Mata Pisau

Pada simulasi ini mata pisau punya peranan yang sangat penting, yang mana berfungsi sebagai benda yang memotong objek potong(batang kayu).

tegangan lengkung :

keliling lingkaran =  $\frac{1}{2} \pi d$

dengan :  $\pi$  : phi

d : diameter objek (mm)



Gambar 7. Mata Pisau

### 2.11 Penjepit

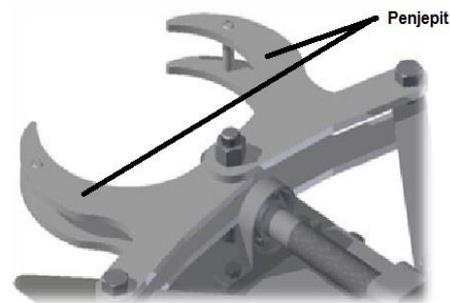
Penjepit berfungsi sebagai bagian yang berguna untuk menjepit objek(batang kayu).

$$\tau = V/A$$

dimana :  $\tau$  = tegangan geser (N/m<sup>2</sup>)

V = gaya geser (newton)

A = luas (m<sup>2</sup>)



Gambar 7. Penjepit

### 2.12 Lengan

Lengan pada simulasi ini berfungsi sebagai penghubung antara Lifter, penjepit dan mata pisau (alat potong), yang mana lifter terpasang pada ulir lalu di kedua ujung nya terpasang lengan yang terhubung dengan penjepit dan juga pemotong.

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

dimana :

i : Jari-Jari Girasi (mm)

I : Momen Inersia ( $mm^2$ )

A: Luas Penampang ( $mm^2$ )

$$\lambda = \frac{s}{i}$$

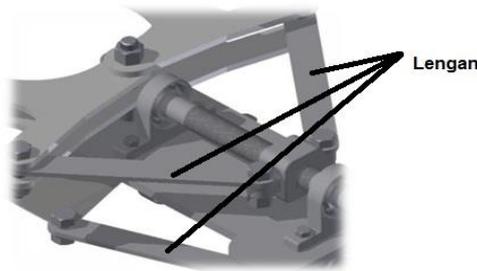
dimana : i : Jari-Jari Girasi (mm)

s : Panjang lengan (mm)

$\lambda$  : Lamda

$$\sigma_b = 310 - 1,14 \lambda$$

dimana :  $\sigma_b$  : tegangan buckling ( $N/mm^2$ )  
 $\lambda$  : Lamda



Gambar 8. Lengan

### III. Hasil Dan Pembahasan

#### 3.1 Pertimbangan Dasar Pemilihan Komponen

Dalam perancangan alat simulasi ini kami memiliki beberapa model rancangan dengan mempertimbangkan dari ketersediaan komponennya.



Gambar 9. Cutting & Holding

#### 3.2 Perhitungan Kisar

Dikarenakan fungsi ulir pada simulasi ini sangat penting peranannya yaitu sebagai penggerak mata pisau (pemotong) dan penjepit dari membuka hingga menutup, maka penulis menggunakan rumus keliling lingkaran namun dikarenakan sudut ( $\alpha$ ) belum diketahui maka terlebih dahulu penulis mencari sudut dengan menggunakan (Tan) dikarenakan dekat dengan sudut yang belum diketahui, berdasarkan persamaan 1 lit 1 maka perhitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{tg}(\alpha) &= \frac{s}{\pi \cdot D} \\ &= \frac{1,5}{3,14 \cdot 25} \\ &= \frac{1,5}{78,5} \\ &= 0,0191 \\ \alpha &= 3,3335^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Keliling Lingkaran } (\phi) &= \frac{\pi \cdot (D_2 + d_1)}{2 \cdot \cos \alpha} \\ &= \frac{3,14(25+20)}{2 \cdot \cos 3,3335} \\ &= \frac{3,14 \cdot (45)}{2 \cdot 0,998} \\ &= \frac{70,65}{0,998} \\ &= 70,79 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi berdasarkan perhitungan diatas, dapat diketahui bahwa setiap satu putaran pada ulir maka terjadi gerakan pada penjepit dan pemotong sepanjang 70,79 mm.

#### 3.3 Perhitungan Pin

Dikarenakan fungsi pin pada simulasi ini sangat penting peranannya yaitu sebagai penghubung antara mata pisau dan lengan dan juga penjepit dan lengan, maka penulis menggunakan rumus Tegangan geser yang didahului dengan mencari tegangan geser bahan yang mana penulis menggunakan bahan St 37 dalam simulasi ini, Berdasarkan persamaan 6 Lit 6 maka perhitungannya sebagai berikut :

$$\text{St 37} = 370 \text{ N/mm}^2, \sigma_t = 370 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan geser bahan } (\tau_{gb}) &= (0,5 - 0,8) \sigma \\ \text{Diambil} &= 0,75 \times (\sigma) \text{ bahan} \\ &= 0,75 \times 370 \text{ N/mm}^2 \\ &= 277,5 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan geser ijin } (\bar{\tau}_{gb}) &= \frac{\tau_{gb}}{v} \\ &= \frac{277,5 \text{ N/mm}^2}{3} = 92,5 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan geser pin } (\tau_{gp}) &= \frac{320 \text{ N}}{\frac{\pi d^2}{4}} \\ &= \frac{320 \text{ N}}{\frac{3,14}{4} \cdot 15^2} = \frac{320 \text{ N}}{176,625} = 1,811 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Jadi dari perbandingan diatas dapat disimpulkan bahwa  $\bar{\tau}_{gb} \geq \tau_{gp}$  sehingga bahan yang digunakan untuk pin aman untuk digunakan.

#### 3.4 Perhitungan Pemotong

Mata pisau (pemotong) pada simulasi ini adalah bagian terpenting, karena berhasil atau tidaknya simulasi ini tergantung pada mata pisau yang mana berfungsi sebagai bagian yang memotong objek potong (batang kayu), penulis menggunakan rumus setengah keliling lingkaran yang mana objek potong (batang pisang) berdiameter = 10 cm, berdasarkan pers 7 lit 7 maka perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \text{ Keliling Lingkaran} &= \frac{1}{2} \pi d \\ \frac{1}{2} \text{ Keliling Lingkaran} &= \frac{1}{2} \times 3,14 \times 5 \\ \frac{1}{2} \text{ Keliling Lingkaran} &= 78,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi setiap mata pisau sanggup memotong benda sampai putus 78,5 mm

#### 3.5 Perhitungan Lengan

Lengan pada simulasi ini adalah bagian yang berfungsi sebagai penghubung antara lifter dengan penjepit dan juga pemotong, penulis menggunakan rumus Tegangan Buckling ( $\sigma_b$ ) dengan sebelumnya mencari momen inersia terlebih dahulu, berdasarkan persamaan 9 lit 9, persamaan 10 lit 10 dan persamaan 11 lit 11 maka perhitungannya adalah sebagai berikut:

**Lengan Atas**

Yang Mana =  $i$  : Jari-Jari Girasi (mm)  
 $I$  : Momen Inersia ( $mm^2$ )  
 $A$  : Luas Penampang ( $mm^2$ )

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

$$i = \sqrt{\frac{\frac{1}{12} \times b \times h^3}{a \times b}}$$

$$i = \sqrt{\frac{\frac{1}{12} \times h^3}{a}}$$

$$i = \sqrt{\frac{\frac{1}{12} \times 230^3}{7}}$$

$$i = \sqrt{\frac{\frac{1}{12} \times 12167000}{7}}$$

$$i = \sqrt{\frac{1013916,7}{7}}$$

$$i = \sqrt{144845,2}$$

$$i = 380,5853 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{s}{i}$$

$$\lambda = \frac{230 \text{ mm}}{380,5853 \text{ mm}} = 0,6043$$

Dikarenakan hasil dari perhitungan  $\lambda = 0,6043$  yaitu lebih kecil dari syarat angka yang ditentukan yang mana syarat angka yang dimaksud  $\lambda \leq \lambda_0$  (105), sehingga rumus tegangan buckling yang digunakan adalah :

$$\sigma_b = 310 - 1,14 \lambda$$

$$\sigma_b = 310 - 1,14 (0,603)$$

$$\sigma_b = 310 - 0,6889$$

$$\sigma_b = 309,3111 \text{ N/mm}^2$$

**Lengan Bawah**

Yang Mana =  $i$  : Jari-Jari Girasi (mm)  
 $I$  : Momen Inersia ( $mm^2$ )  
 $A$  : Luas Penampang ( $mm^2$ )

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

$$i = \sqrt{\frac{\frac{1}{12} \times b \times h^3}{a \times b}}$$

$$i = \sqrt{\frac{\frac{1}{12} \times h^3}{a}}$$

$$i = \sqrt{\frac{\frac{1}{12} \times 170^3}{7}}$$

$$i = \sqrt{\frac{\frac{1}{12} \times 4913000}{7}}$$

$$i = \sqrt{\frac{409416,6}{7}}$$

$$i = \sqrt{58488,05}$$

$$i = 241,843 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{s}{i}$$

$$\lambda = \frac{170 \text{ mm}}{241,843 \text{ mm}} = 0,7029$$

Dikarenakan hasil dari perhitungan  $\lambda = 0,7029$  yaitu lebih kecil dari syarat angka yang ditentukan yang mana syarat angka yang dimaksud  $\lambda \leq \lambda_0$  (105),

sehingga rumus tegangan buckling yang digunakan adalah :

$$\sigma_b = 310 - 1,14 \lambda$$

$$\sigma_b = 310 - 1,14 (0,7029)$$

$$\sigma_b = 310 - 0,801306 \quad ; \quad \sigma_b = 309,198694 \text{ N/mm}^2$$

**3.6 Perhitungan Daya Motor**

Dalam simulasi ini menggunakan motor wiper sebagai penggerak utama, yang mana dalam simulasi ini penulis menggunakan 2 motor wiper yang berbeda Voltase yaitu 24 volt dan 12 volt, pemotong menggunakan 24 volt dan untuk penjepit 12 volt. Penulis menggunakan rumus Torsi dan Power yang terlebih dahulu mencari gaya yang erdapat pada poros ulir, Motor 24 volt  
 $n = 50 \text{ rpm}$  (sumber google)  
 $I = 10 \text{ Ampere}$

$$P \text{ tersedia} = V.I$$

$$= 24.10$$

$$= 240 \text{ Watt}$$

$$P \text{ perkiraan} = T.\omega$$

$$= F.R \frac{2.\pi.n}{60}$$

$$= 640. 0,0125 \frac{2.3.14.50}{60}$$

$$= \frac{2512}{60}$$

$$= 41,86 \text{ watt}$$

Jadi  $P \text{ tersedia} \geq P \text{ perkiraan}$ , sehingga tenaga motor sanggup untuk memutar ulir yang hanya sebesar 41,86 Watt  
 Motor 12 volt  
 $n = 80 \text{ rpm}$  (sumber google)  
 $I = 10 \text{ Ampere}$

$$P \text{ tersedia} = V.I = 12.10 = 120 \text{ Watt}$$

$$P \text{ perkiraan} = T.\omega$$

$$= F.$$

$$A = \frac{3,14 \frac{20+25}{2}}{0,998} 19,1,5$$

$$A = \frac{70,65}{0,998} 19,1,5$$

$$A = 70,79. 28,5$$

$$A = 2017,515 \text{ mm}$$

$$R \frac{2.\pi.n}{60}$$

$$= 640. 0,0125$$

$$\frac{2.3.14.80}{60} = \frac{4019,2}{60}$$

$$= 66,98 \text{ watt}$$

Jadi  $P \text{ tersedia} \geq P \text{ perkiraan}$ , sehingga tenaga motor sanggup untuk memutar ulir yang hanya sebesar 66,98 Watt

**3.7 Perhitungan Poros Ulir**

Penulis dalam simulasi ini menggunakan poros ulir yang berfungsi sebagai penggerak *Lifter* yang mana pada *Lifter* inilah lengan yang menghubungkan poros ulir ke pemotong dan penjepit., berdasarkan persamaan 5 lit 5 maka perhitungannya sebagai berikut:

Dimana :

$F_N$  = Gaya yang menahan ulir

$A$  = Luas penampang

$\tau_g$  = Tegangan geser

$F_N = F \cdot \cos \alpha$

$F_N = 640 \cdot \cos 3,3335$

$F_N = 640,0,998$

$F_N = 638,72 \text{ N}$

$$A = \frac{\pi \frac{d+d_1}{2}}{\cos \alpha} n \cdot s$$

$$\tau_g = \frac{F_N}{A}$$

$$\tau_g = \frac{638,72 \text{ N}}{2017,515 \text{ mm}}$$

$$\tau_g = 0,3165875 \text{ N/mm}$$

### 3.8 Perhitungan Bantalan

Penulis dalam simulasi ini menggunakan bantalan yang digunakan untuk mengurangi gesekan antara poros dan rumahnya, penulis menggunakan 2 jenis bantalan pada rancang bangun ini yang besar mempunyai kode 6204 berdasarkan persamaan 3 lit 3 dan persamaan 4 lit 4, maka perhitungannya adalah sebagai berikut :

#### Bantalan Besar

Beban poros : 320 N

Kapasitas beban dinamik (C) : 1000 N

Faktor cincin luar yang berputar (V) : 1,2

Jarak untuk bantalan bola (X) : 1

Maka beban ekivalen (P) dari bantalan sebesar :

$$P = X \cdot V \cdot F_r$$

$$P = 1 \cdot 1,2 \cdot 320 \text{ N}$$

$$P = 384 \text{ N}$$

Faktor putaran bantalan :

$$F_n = \left(\frac{33,3}{50}\right)^{1/3}$$

$$F_n = \sqrt[3]{0,666}$$

$$F_n = 0,873$$

Faktor umur bantalan :

$$= F_h \left(\frac{C}{P}\right)$$

$$F_h = 0,873 \left(\frac{1000}{384}\right)$$

$$F_h = 2,273$$

Umur Nominal Bantalan :

$$L_h = 500 \cdot 2,273^3$$

$$L_h = 500 \cdot 11,74352$$

$$L_h = 5871,76 \text{ jam}$$

#### Bantalan Kecil

Kode bantalan : 6000

Beban poros : 320 N

Kapasitas beban dinamik (C) : 196 N

Faktor cincin luar yang berputar (V) : 1,2

Jarak untuk bantalan bola (X) : 1

Maka beban ekivalen (P) dari bantalan sebesar :

$$P = X \cdot V \cdot F_r$$

$$P = 1 \cdot 1,2 \cdot 320 \text{ N}$$

$$P = 384 \text{ N}$$

Faktor putaran bantalan :

$$F_n = \left(\frac{33,3}{50}\right)^{1/3}$$

$$F_n = \sqrt[3]{0,666}$$

$$F_n = 0,873$$

Faktor umur bantalan :

$$F_h = F_n \left(\frac{C}{P}\right)$$

$$F_h = 0,873 \left(\frac{196}{384}\right)$$

$$F_h = 0,445$$

Umur Nominal Bantalan :

$$L_h = 500 \cdot 0,445^3$$

$$L_h = 500 \cdot 0,0881211$$

$$L_h = 44,06055 \text{ jam}$$

#### Daftar Pustaka

- [1] Arsip Laporan Akhir, *Perpustakaan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya*, Palembang
- [2] Arsip Laporan Akhir, *Perpustakaan Pusat Politeknik Negeri Sriwijaya*, Palembang
- [3] Anonim, 2006, BMC, *Basic Mechanic Course*, PT. PAMA Persada Nusantara: Tanjung Enim
- [4] <http://www.Google.com>
- [5] <http://id.Wikipedia.org>, *Motor Listrik*, Diunduh Tanggal 06-06-2014
- [6] <http://google.image.com>, Diunduh Tanggal 24-06-2014
- [7] Moch. Yunus, 2010, *Mekanika Teknik 1* Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya: Palembang
- [8] [http://www.bearingboys.co.uk/product\\_image/s/6000\\_2RS\\_Budget\\_double\\_Se\\_ald\\_Bearing-prod-1843-1.jpg](http://www.bearingboys.co.uk/product_image/s/6000_2RS_Budget_double_Se_ald_Bearing-prod-1843-1.jpg) diunggah 27-06-2014
- [9] <http://id.scribd.com> diunggah 05-07-2014