

Analisa Perbedaan Ratio Sproket Pada Sistem Transmisi Rantai

Paisal¹⁾, Yuspian Gunawan²⁾, Samhuudin³⁾

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo

^{2,3}Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo

Jl. H,E,A Makadompit, Kampus Hijau Bumi Tridarma Andounohu, Kendari 93232

E-mail : Paisalinsaf@gmail.com

Abstrak

Penelitian bertujuan untuk mengetahui ratio perbedaan *sprocket system* transmisi rantai, beban serta daya yang bekerja pada transmisi rantai. Dalam penelitian ini system transmisi menggunakan rantai didesain menggunakan *software Autodesk inventor* yang kemudian dianalisa perbedaan ratio sprocket dengan perhitungan. Rantai dengan nomor 40 standar ANSI sebagai data Analisa dalam penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya 6730,521 N dan beban 827,471 N tertinggi yang diterima pada system transmisi rantai C dengan jumlah gigi sprocket depan sebanyak 34 buah dan gigi sprocket belakang sebanyak 17 buah. Nilai Faktor keamanan 21,833 tertinggi pada transmisi rantai A dengan jumlah gigi sprocket 9 dan 17.

Kata kunci: Perancangan transmisi rantai, rasio, beban, dan faktor keamanan

Abstract

The research aims to determine the difference ratio of chain transmission sprocket system, load and power that works on chain transmission. In this study the chain transmission system was designed using Autodesk inventor software which then analyzed the difference in sprocket ratio with calculations. Chain with number 40 ANSI standard as analysis data in this study. The results showed that the highest power of 6730,521 N and the load of 827,471 N were received in the C chain transmission system with a total of 34 front sprocket teeth and 17 rear sprocket teeth. The highest safety factor value of 21.833 in chain A transmission with the number of sprocket teeth 9 and 17.

Keywords: Chain transmission design, ratio, load, safety factor

1. Pendahuluan

Sistem transmisi dalam otomotif merupakan sistem yang berfungsi untuk konversi torsi dan kecepatan (putaran) dari mesin menjadi torsi dan kecepatan yang berbeda-beda untuk diteruskan ke penggerak akhir. Konversi ini mengubah kecepatan putar yang tinggi menjadi lebih rendah tetapi lebih bertenaga, atau sebaliknya. Sistem transmisi yang dapat digunakan pada kendaraan maupun jenis permesinan lainnya berbeda beda antara lain transmisi sproket dan rantai, transmisi sabuk dan puli, transmisi poros langsung, dan transmisi roda gigi.

Penerapan transmisi rantai ini banyak dijumpai pada kendaraan yang menghubungkan antara dua poros untuk menyalurkan daya. Pada sistem transmisi

rantai sederhana, terdapat dua komponen utama, yaitu sproket dan rantai. Kedua komponen ini harus mampu menahan beban.

2. Tinjauan Pustaka

Perancangan transmisi rantai mula-mula dilakukan pada per-hitungan torsi dan daya. Ini karena besar torsi dan daya mempengaruhi ukuran umum sproket dan rantai.

Ukuran Umum Sproket Rantai

Ukuran umum sproket rantai yang ditentukan meliputi, antara lain yaitu nomor rantai, jumlah gigi sproket, jarak pusat antara sproket, panjang utuh rantai, jarak sumbu poros dan sudut kontak sproket. Pemilihan nomor rantai yang akan digunakan dalam perancangan

dilakukan dengan memper-timbangan faktor ekonomis. Berdasarkan nomor rantai dengan jarak bagi yang dilambangkan dengan p . Jika diameter jarak bagi sproket kecil yang dilambangkan dengan D_1 , maka untuk menentukan jumlah gigi dari sproket yang dilambangkan dengan N_1 , dapat digunakan persamaan berikut ini :

$$Z_1 = \frac{180}{\sin^{-1}\left(\frac{p}{D_1}\right)} \quad (1)$$

Dimana :

Z_1 = Jumlah gigi sproket kecil

p = Jarak bagi rantai

D_1 = Diameter sproket 1

Jika persamaan untuk menghitung diameter sproket depan diketahui, maka persamaan untuk menghitung sproket besar yang dilambangkan dengan D_2 dapat juga diketahui dengan persamaan berikut:

$$Z_2 = \frac{180}{\sin^{-1}\left(\frac{p}{D_2}\right)} \quad (2)$$

Dimana :

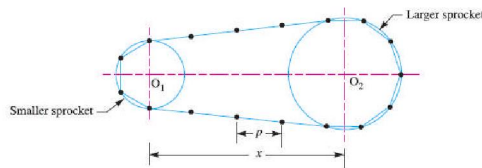
Z_2 = Jumlah gigi sproket 2

p = Jarak bagi rantai

D_2 = Diameter sproket 2

Menentukan Panjang Rantai

Panjang rantai yang digunakan dalam sebuah transmisi berbeda beda sesuai dengan jarak sumbu dan jumlah gigi pada sproket. Panjang rantai dapat ditentukan menggunakan persamaan 2.6



Gambar 1. Panjang rantai dan jarak antar pusat (R.S. Khurmi)

Panjang rantai harus sama dengan jumlah link rantai dan jarak bagi rantai, secara matematis

$$L = k \times p \quad (3)$$

Dimana: L = Panjang rantai

K = Link rantai

P = Jarak bagi rantai

Jumlah link rantai dapat diperoleh dari ekspresi berikut (jika jarak antar pusat poros diketahui), yaitu :

$$k = \frac{z_1+z_2}{2} + \frac{2x}{p} + \left(\frac{z_2-z_1}{2\pi}\right)^2 \frac{p}{x} \quad (4)$$

Dimana:

k = Link rantai

p = Jarak bagi rantai (mm)

x = Jarak antar pusat (mm)

Jika jumlah link rantai diketahui jarak antar pusat dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut

$$x = \frac{p}{4} \left[k - \frac{z_1+z_2}{2} + \sqrt{\left(k - \frac{z_1+z_2}{2}\right)^2 - 8 \left(\frac{z_2-z_1}{2\pi}\right)^2} \right] \quad (5)$$

Dimana : z = jumlah gigi sproket rantai

Faktor Keamanan Rantai Penggerak

Faktor keamanan bagi rantai penggerak didefinisikan sebagai rasio kekuatan putus dari rantai dengan beban total pada sisi penggerak dari rantai, secara matematis,

Kekuatan putus dapat dihitung dengan persamaan berikut ini

$$W_b = 106 p^2 \quad (6)$$

Dimana: p = jarak bagi rantai (mm)

Beban total (total tegangan) pada sisi penggerak rantai adalah jumlah gaya tangensial (F_T), tegangan sentrifugal rantai (F_C) dan tegangan pada rantai akibat mengendur (F_S), secara matematis dapat ditulis

$$W = F_T + F_C + F_S \quad (7)$$

Jumlah gaya tangensial rantai didapat menggunakan persamaan berikut

$$F_T = \frac{P}{V} \quad (8)$$

Dimana: F_T = Gaya tangensial (N)

P = Daya (N)

V = Kecepatan (m/s)

Gaya sentrifugal rantai didapat menggunakan persamaan berikut

$$F_C = m \cdot v^2 \quad (9)$$

Dimana:

F_C = Gaya sentrifugal ra (N)

m = Massa (kg/m)

v = Kecepatan rantai (m/s)

Tegangan pada rantai akibat mengendur didapat menggunakan persamaan berikut

$$F_s = k.m.x \quad (10)$$

Dimana F_s = Gaya sentrifugal (N)

x = Jarak sumbu (m)

Menghitung Diameter Sprocket

Diameter pada sprocket rantai terdiri atas diameter dalam yaitu diameter jarak bagi dan diameter luar sprocket. Untuk menentukan diameter pada *sprocket* didapatkan menggunakan persamaan berikut

$$D_1 = \frac{p}{\sin \frac{180}{z}} \quad (11)$$

Sedangkan untuk menentukan diameter luar sprocket didapatkan berdasarkan persamaan berikut

$$D_2 = \left\{ 0,6 + \cot \left(\frac{180}{z} \right) \right\} p \quad (12)$$

Dimana p = Jarak bagi rantai (mm)

z = Jumlah gigi *sprocket*

Menghitung Velocity Ratio

Kecepatan putar Rantai saat beroperasi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut

$$v_r = \frac{Z_1 \times N}{Z_2} \quad (13)$$

Dimana:

v_r = Kecepatan rantai (m/s)

Z = Jumlah sproket

N = Putaran sproket

Safety Factor dan Daya Maksimal

Daya yang ditransmisikan oleh rantai berdasarkan *breaking load* adalah

$$P = \frac{W_B \times v}{n \times K_s} \quad (14)$$

Dimana:

W_B = *Breaking load* (N)

v = Kecepatan (m /s)

n = faktor keamanan

K_s = *Service Factor* = $K_1.K_2.K_3$

Faktor Keamanan Rantai Penggerak

Faktor keselamatan bagi rantai penggerak didefinisikan sebagai rasio kekuatan putus (W_B) dari rantai dengan beban total pada sisi penggerak dari rantai (W). Secara matematis,

$$f_s = \frac{W_b}{W} \quad (15)$$

Dimana : W_b = *breaking load* (N)

W = beban total rantai (N)

3. Metode Penelitian

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Laptop dan *software Autodesk Inventor pro 2017* yang digunakan untuk membuat gambar rancangan transmisi menggunakan rantai.

Prosedur penelitian

Adapun prosedur dalam penelitian ini adalah

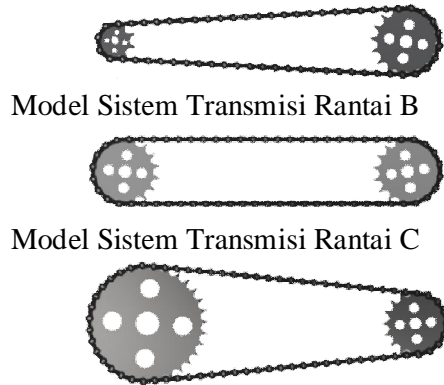
1. Menyiapkan alat
2. Menentukan ukuran rantai yang akan digunakan. Dalam penelitian ini digunakan rantai dengan ukuran standar ANSI 40
3. Menggambar rantai dan sproket menggunakan inventor pro 2017
4. Menganalisa perbedaan transmisi rantai dengan variasi sproket

4. Hasil dan Pembahasan

Model Transmisi Rantai dan Data Perhitungan

System transmisi yang akan di Analisa dengan memvariasikan jumlah gigi pada *sprocket* memiliki bentuk seperti pada gambar berikut.

Model sistem transmisi Rantai A



Gambar 2. Model sistem transmisi
 Untuk menganalisa *system* transmisi dengan jumlah gigi *sprocket* yang berbeda didapatkan data dalam table 4.1

Tabel 1. Data perencanaan

No	Deskripsi	Jumlah
1	Jumlah gigi <i>sprocket</i> rantai A	9 dan 17
2	Jumlah gigi <i>sprocket</i> rantai B	17 dan 17
3	Jumlah gigi <i>sprocket</i> rantai C	34 dan 17
4	Putaran mesin	1200 rpm
5	Pitch (p)	12,70 mm
6	Jarak sumbu (x)	300 mm
7	Berat rantai (m)	0,64 kg/m

Menghitung Jumlah Link (K) Rantai A

Menentukan jumlah link (K) yang akan digunakan pada *system* transmisi rantai dengan jumlah gigi *sprocket* 9 dan 17 menggunakan persamaan 2.7 yaitu

$$k = \frac{z_1 + z_2}{2} + \frac{2x}{p} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2 \frac{p}{x}$$

$$k = \frac{9+17}{2} + \frac{2(300)}{12,70} + \left(\frac{9-17}{2(3,14)} \right)^2 \frac{12,70}{300}$$

$$= 13 + 47,244 + 1,622 \times (0.042)$$

$$= 60,244 + 0.068$$

$$= 60,312 = 61 \text{ buah}$$

Menghitung Panjang Rantai A

Menentukan Panjang rantai yang akan digunakan pada transmisi dengan jumlah gigi *sprocket* 9 dan 17 digunakan persamaan berikut:

$$L = k \times p$$

Berdasarkan persamaan 2.7 telah didapatkan data sebagai berikut

$$\text{Jumlah link (k)} = 61 \text{ buah}$$

$$\text{Pitch rantai (p)} = 12,70$$

Maka dapat dihitung jumlah pitch

$$L = 61 \times 12,70$$

$$= 774,7 \text{ mm}$$

Jadi Panjang rantai yang digunakan pada transmisi dengan jumlah gigi sprocket 9 dan 17 adalah 774,7 mm.

Diameter Sproket Depan

Menentukan diameter dalam *sprocket* didapatkan dengan menggunakan persamaan 2.14 sebagai berikut.

$$D_1 = \frac{p}{\sin \frac{180}{z}}$$

$$D_1 = \frac{12,70}{\sin \frac{180}{9}}$$

$$= \frac{12,70}{\sin 20}$$

$$= 37,132 \text{ mm}$$

Sedangkan untuk menentukan diameter luar *sprocket* didapatkan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$D_2 = \left\{ 0,6 + \cot \left(\frac{180}{z} \right) \right\} p$$

$$D_2 = \left\{ 0,6 + \cot \left(\frac{180}{9} \right) \right\} 12,70$$

$$= 42,513 \text{ mm}$$

Jadi, diameter luar *sprocket* depan *system* transmisi rantai A didapatkan 42,513 mm.

Diameter Sproket Belakang

Menentukan diameter dalam *sprocket* didapatkan dengan menggunakan persamaan 2.14 sebagai berikut.

$$D_1 = \frac{p}{\sin \frac{180}{z}}$$

$$D_1 = \frac{12,70}{\sin \frac{180}{17}}$$

$$= \frac{12,70}{\sin 10,588}$$

$$= 69,116 \text{ mm}$$

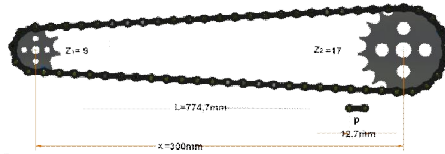
Sedangkan untuk menentukan diameter luar *sprocket* didapatkan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$D_2 = \left\{ 0,6 + \cot \left(\frac{180}{z} \right) \right\} p$$

$$D_2 = \left\{ 0,6 + \cot \left(\frac{180}{17} \right) \right\} 12,70$$

$$= 75,561 \text{ mm}$$

Jadi, diameter luar *sprocket* belakang (z_2) sistem transmisi rantai A didapatkan 42,513 mm. Gambar hasil perhitungan rantai A dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 3. Sistem transmisi A

Menghitung *velocity ratio* rantai A

Untuk mendapatkan kecepatan putaran pada *sprocket* belakang transmisi rantai menggunakan persamaan :

$$v_r = \frac{N \cdot z_1}{z_2}$$

$$v_r = \frac{1200 \times 9}{17}$$

$$= 635,294 \text{ rpm}$$

Kecepatan Rantai A Saat Beroperasi

Mendapatkan kecepatan rata rata rantai A saat beroperasi digunakan persamaan yaitu:

$$v = \frac{z_1 \times p \times N}{9 \times 12,70 \times 1200}$$

$$v = \frac{60 \times 1000}{9 \times 12,70 \times 1200}$$

$$= 2,286 \text{ m/s}$$

Menghitung *Breaking Load* Rantai

Menghitung *breaking load* rantai menggunakan persamaan :

$$W_b = 106 p^2$$

$$W_b = 106 (12,70)^2$$

$$= 17.096,74 \text{ N}$$

Daya Yang Ditransmisikan Rantai A

Menentukan daya yang di transmisikan rantai A didapatkan menggunakan persamaan berikut:

$$P = \frac{W_b \times v}{n \times K_s}$$

$$P = \frac{17.096,74 \times 2,286}{11,7 \times 1,875}$$

$$= 1.781,608 \text{ watt}$$

Menghitung Beban Total Rantai A

Beban total (total tegangan) pada sisi penggerak rantai adalah jumlah gaya tangensial (F_T), tegangan sentrifugal rantai (F_C) dan tegangan pada rantai akibat mengendur (F_S)

Untuk mencari gaya tangensial (F_T) rantai A digunakan persamaan berikut:

$$F_T = \frac{P}{v}$$

$$F_T = \frac{1.781,608}{2,286}$$

$$= 779,356 \text{ N}$$

Untuk mendapatkan gaya sentrifugal rantai A digunakan persamaan berikut:

$$F_C = m \times v^2$$

$$= 0,64 \times 2,286^2$$

$$= 3,344 \text{ N}$$

Untuk mencari gaya rantai akibat mengendur (F_s) didapatkan menggunakan persamaan 2.13 berikut

$$F_s = K \times m \times g \times x$$

$$F_s = 2 \times 0,64 \times 9,81 \times 0,3$$

$$= 3,335 \text{ N}$$

Menentukan beban total yang bekerja pada transmisi rantai dengan jumlah gigi *sprocket* 9 dan 17 didapatkan berdasarkan persamaan berikut

$$W = F_t + F_c + F_s$$

$$= 779,356 + 3,344 + 3,335$$

$$= 786,039 \text{ N}$$

Menghitung Faktor Keamanan Rantai

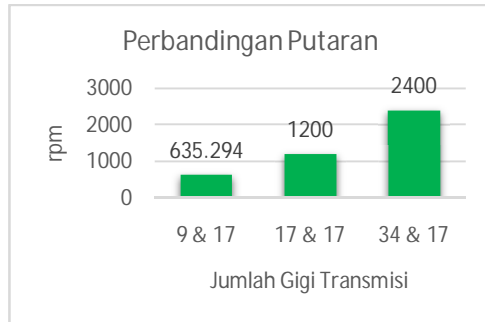
Faktor keamanan rantai penggerak didapatkan menggunakan persamaan berikut

$$f_s = \frac{W_b}{W}$$

$$f_s = \frac{17.096,74}{783,066}$$

$$= 21,833$$

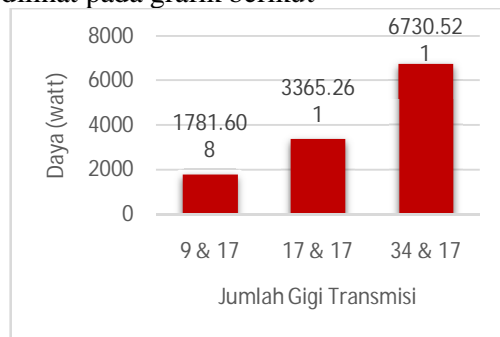
Perbandingan kecepatan putar pada sprocket belakang (z_2) berdasar-kan hasil perhitungan dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 4. Perbandingan kecepatan putar Sproket belakang sistem transmisi

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa kecepatan putar sproket belakang terbesar terjadi pada penggunaan transmisi dengan jumlah gigi sproket depan (z_1) 34 dan jumlah gigi sproket belakang (z_2) 17, sedangkan kecepatan putar sproket belakang terkecil terjadi pada transmisi yang memiliki jumlah gigi sproket depan (z_1) 9 dan jumlah gigi sproket belakang (z_2) 17. Sehingga dapat dinyatakan Jika jumlah gigi sproket depan (z_1) lebih besar dibandingkan dengan jumlah gigi sproket belakang (z_2) mengubah kecepatan putar rendah menjadi kecepatan putar yang lebih tinggi, begitupun sebaliknya mengubah kecepatan putar tinggi menjadi kecepatan putar lebih rendah ketika memiliki gigi sproket depan (z_1) yang lebih kecil dibandingkan jumlah gigi pada sproket belakang.

Daya yang ditransmisikan berdasarkan hasil perhitungan rantai dapat dilihat pada grafik berikut

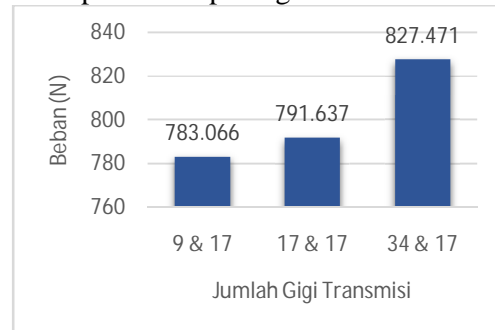


Gambar 5. Grafik perbedaan daya yang ditransmisikan rantai

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa daya terbesar yang ditransmisikan terjadi

pada penggunaan transmisi dengan jumlah gigi sproket depan (z_1) 34 dan jumlah gigi sproket belakang (z_2) 17, sedangkan daya terkecil yang ditransmisikan terjadi pada transmisi yang memiliki jumlah gigi sproket depan (z_1) 9 dan jumlah gigi sproket belakang (z_2) 17. Sehingga dapat dinyatakan Jika jumlah gigi sproket depan (z_1) lebih besar dibandingkan dengan jumlah gigi sproket belakang (z_2) membutuhkan daya yang lebih besar, begitupun sebaliknya daya yang ditransmisikan lebih kecil ketika memiliki gigi sproket depan (z_1) yang lebih kecil dibandingkan jumlah gigi pada sproket belakang.

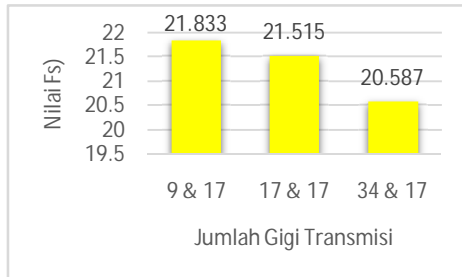
Beban yang diterima oleh transmisi rantai didapatkan dari hasil perhitungan dan dapat dilihat pada grafik berikut



Gambar 6. Grafik perbedaan beban pada transmisi rantai

Berdasarkan grafik perbedaan beban pada transmisi rantai, diketahui beban tertinggi terjadi pada transmisi dengan jumlah gigi sproket depan (Z_1) 34 dan jumlah gigi sproket belakang (Z_2) 17 sedangkan beban terkecil terjadi pada transmisi dengan jumlah gigi sproket depan (Z_1) 9 dan jumlah gigi sproket belakang (Z_2). Sehingga dapat dinyatakan Jika jumlah gigi sproket depan (z_1) lebih besar dibandingkan dengan jumlah gigi sproket belakang (z_2) beban yang diterima rantai lebih besar, begitupun sebaliknya beban yang ditransmisikan lebih kecil ketika memiliki gigi sproket depan (z_1) yang lebih kecil dibandingkan jumlah gigi pada sproket belakang (Z_2).

Nilai faktor keamanan system transmisi rantai berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat pada grafik berikut



Grafik 7. Perbedaan nilai faktor keamanan pada system transmisi rantai

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa Nilai faktor keamanan terbesar penggunaan transmisi dengan jumlah gigi *sprocket* depan (z_1) 19 dan jumlah gigi *sprocket* belakang (z_2) 17, sedangkan nilai faktor keamanan terkecil pada penggunaan transmisi yang memiliki jumlah gigi *sprocket* depan (z_1) 34 dan jumlah gigi *sprocket* belakang (z_2) 17. Sehingga dapat dinyatakan Jika jumlah gigi *sprocket* depan (z_1) lebih besar dibandingkan dengan jumlah gigi *sprocket* belakang (z_2) memiliki nilai *factor* keamanan yang lebih kecil, begitupun sebaliknya nilai *factor* keamanan lebih besar ketika memiliki gigi *sprocket* depan (z_1) yang lebih kecil dibandingkan jumlah gigi pada *sprocket* belakang.

Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari pembahasan adalah:

1. Penggunaan sistem transmisi rantai dengan jumlah gigi *sprocket* depan yang lebih banyak dibandingkan dengan jumlah gigi *sprocket* belakang yang lebih sedikit (rantai C), membutuhkan daya dan beban rantai lebih besar, jika dibandingkan dengan penggunaan transmisi dengan jumlah gigi pada sprocket depan lebih kecil dari jumlah gigi *sprocket* belakangnya (rantai A).
2. Sistem transmisi dengan jumlah gigi sprocket depan yang lebih sedikit dari

jumlah gigi *sprocket* belakangnya (rantai A), hanya membutuhkan daya yang lebih kecil, tetapi kecepatan yang diperoleh juga kecil, jika dibandingkan dengan menggunakan transmisi dengan jumlah gigi *sprocket* depan yang lebih banyak dari jumlah gigi *sprocket* belakangnya. (rantai C)

Saran untuk kelanjutan dari penelitian ini yaitu dengan harapan kepada peneliti berikutnya tentang *system* transmisi rantai dengan menggunakan sprocket dapat menggunakan hasil penelitian ini sebagai dasar dari perancangan *system* transmisi gokar listrik dengan menggunakan rantai dan *sprocket*.

Daftar Pustaka

- Felix,P. 2004. *Pengembangan Sistem Transmisi Otomatis pada Sepeda Motor Zuzuki*. Fakultas teknologi Industri Universitas Kristen Petra
- Jerry Rapar, P. 2015. *Perancangan System Transmisi Gokar Listrik*. Fakultas teknik Universitas Sam Ratulangi
- Joseph, E. Sighley, 1984. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Erlangga
- Muhamad Aditya, R. 2016. *Perancangan System Transmisi Mesin Bubut*. Politeknik Manufaktur Negeri Bandung
- R.S.Khurmi. 2005. *Machine Design: New Delhi* : Eurasia Publishing house
- Sularso, Kiyokatsu Suga. 1997. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT Pradana Paramida