

# Perancangan dan Pembuatan Alat Pengencang dan Pembuka Mur Roda Kendaraan

Liberaldo Tedjo Prajogo<sup>1)</sup> Ninuk Jonoadji<sup>2)</sup>

Program Otomotif Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra  
Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia  
Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658  
E-mail : Liberal\_tedjo@windowslive.com

## ABSTRAK

*Perencanaan alat ini dilakukan karena berhubungan dengan dunia otomotif dimana membutuhkan waktu yang cepat dalam pembuatan, perbaikan, perakitan, dan penjualan. Untuk itu perlu diciptakan alat untuk mengencangkan dan membuka mur roda kendaraan secara bersamaan dengan cepat, hal ini tentu saja akan memberi nilai positif bagi pihak bengkel, mekanik, dan konsumen karena waktu adalah hal yang terpenting bagi banyak orang. Alat ini dirancang dengan memanfaatkan rangkaian roda gigi yang akan berhubungan langsung dengan roda kendaraan.*

*Kata kunci: Pengencang, Pembuka, Mur, Roda, Kendaraan, otomotif, teknik mesin.*

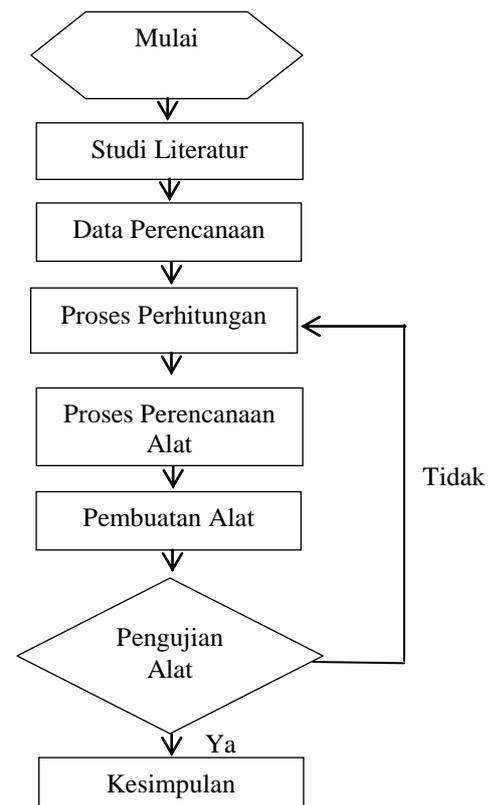
## 1. Pendahuluan

Dewasa ini dalam kebutuhan perbengkelan memerlukan waktu yang sesingkat mungkin agar mobil yang diperbaiki dapat diatasi dengan cepat. Kecepatan merupakan hal penting di dunia bengkel karena kecepatan dapat membuat omset mobil yang keluar masuk bengkel lebih banyak lagi. Contoh jika membuka mur roda kendaraan diperlukan waktu satu menit dan kini hanya memerlukan waktu dalam hitungan detik saja.

Sekarang ini seperti dalam hal membuka mur roda dimana roda tidak hanya memiliki satu atau dua mur namun memiliki empat mur hingga sepuluh mur hal ini sangat memakan waktu saat sedang membuka mur roda, ini sangat perlu diperhatikan di dunia perbengkelan supaya tingkat efisiensi bertambah. Karena itu diciptakan berbagai macam alat untuk mempercepat pengencangan dan pembuka mur roda seperti impact wrench, 4 way nut remover tool dan lain-lain yang kini sudah beredar di toko-toko perkakas disekitar kita, namun alat-alat yang telah beredar di pasar tersebut masih belum cukup efisien dalam melepas keseluruhan mur roda, karena kita tetap harus melepasnya satu-persatu. oleh karena itu akan diciptakan alat yang dapat membuka empat mur dalam satu roda secara bersamaan.

## 2. Metode Penelitian

Dalam menyusun Tugas Akhir ini dilakukan beberapa tahapan sebagai berikut.



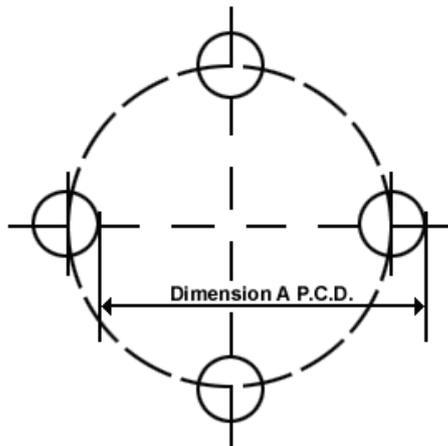
Gambar 1. Bagan Metode Penelitian

Proses perhitungan yang dilakukan yaitu:

1. Perhitungan ukuran roda gigi lurus.
2. Perhitungan kecepatan dan gaya pada roda gigi.

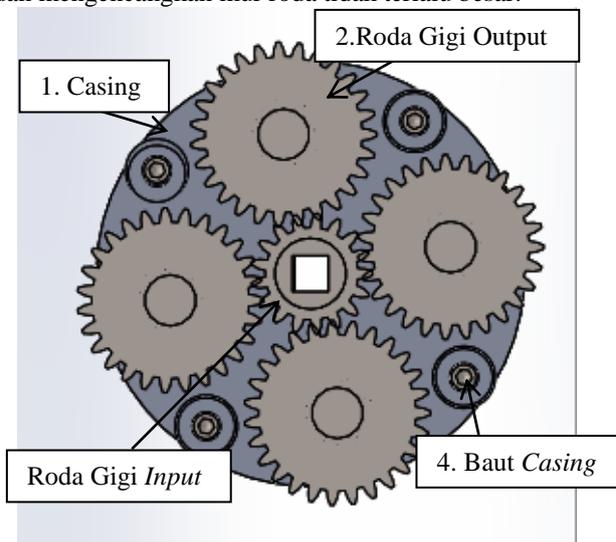
### 3. Hasil dan Pembahasan

Pada saat merancang roda gigi untuk pembuatan dibutuhkan : diameter, jumlah gigi, modul gigi, dan tebal gigi. Untuk itu dilakukan perhitungan untuk mendapatkan ukuran roda gigi yang akan dibuat, hal ini sangat penting sekali dilakukan supaya alat benar-benar memiliki ukuran yang tepat dan dapat digunakan untuk membuka mur roda. Pertama-tama mencari data PCD mobil yang memiliki PCD 4x100 yang berarti empat baut yang berjarak 100 mm yang akan menjadi acuan alat pembuka dan pengencang mur roda.



Gambar 2. Ilustrasi Roda Kendaraan PCD 4x100

Cara kerjanya dengan menggunakan plat baja sebagai *chassis*, lalu chassis dihubungkan dengan roda gigi sebanyak lima buah yang susunannya dan ukurannya akan dihitung terlebih dahulu melalui ilmu-ilmu yang telah didapat di perkuliahan otomotif. Body chassis rencananya di bagian tengah terdapat roda gigi utama yang akan menjadi input dan 4 gear di sisi terluar akan menjadi output power. Namun roda gigi yang di tengah dibuat lebih kecil dari 4 roda gigi di sekelilingnya bertujuan supaya torsi yang dibutuhkan untuk melepas dan mengencangkan mur roda tidak terlalu besar.



Gambar 3. Desain Alat

Gambar diatas adalah gambar yang dibuat dengan perangkat lunak solidworks, menerapkan ilmu yang telah diperoleh saat perkuliahan Desain Berbasis Komputer. Berikut ini adalah maksud dari angka-angka di gambar tersebut :

1. Casing
2. Roda Gigi Output
3. Roda Gigi Input
4. Baut Casing

Fungsi dari setiap komponen tersebut yaitu :

1. *Casing* :

Komponen ini berfungsi sebagai tempat dimana komponen lain seperti roda gigi dan bantalan akan bertumpu.

2. Roda Gigi Output :

Komponen ini bertugas untuk menerima tenaga yang terdapat dari roda gigi input, komponen ini yang akan di sambungkan dengan socket yang akan terhubung langsung dengan mur roda.

3. Roda Gigi Input :

Komponen ini bertugas menerima tenaga yang didapat dari bentuk persegi yang akan di masukkan dengan perkakas dan akan memberi tenaga pada roda gigi output untuk membuka dan mengencangkan mur roda.

4. Baut Casing :

Komponen ini berfungsi sebagai pengikat casing agar komponen yang ada di dalam casing tetap terjaga (tidak terlepas).

Pada saat melakukan perhitungan ada ketentuan tertentu supaya nantinya jarak roda gigi dan PCD menjadi akurat yaitu 4x100 mm, sehingga jarak dari titik tengah roda gigi input menuju titik tengah roda gigi output ditemukan 50 mm. Sedangkan untuk roda gigi input akan ditentukan namun diusahakan sekecil mungkin agar tenaga yang dibutuhkan untuk membuka dan mengencangkan mur roda tidak terlalu besar, namun juga tidak lebih kecil dari 1/2" karena akan dibuat socket untuk disambungkan dengan perkakas. Untuk itu ditentukan diameter roda gigi input (D) yaitu 38 mm atau 1,4 inci serta diametral pitch (P) yaitu 11.

A. Perhitungan Ukuran Roda Gigi Lurus

Dari data-data yang ditentukan bahwa *diametral pitch* 11 serta diameter roda gigi *input* 38 mm, dapat dipastikan ukuran/dimensi roda gigi *output*, jumlah gigi, tebal roda gigi dapat diketahui :

$$m = 25,4/P$$

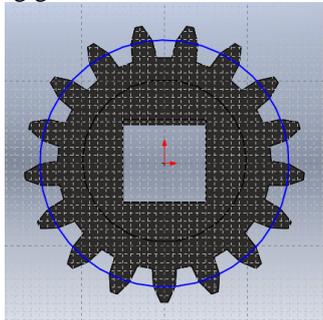
$$m = 25,4/11 = 2,25 \text{ mm}$$

Modul yang telah dihitung yaitu 2,25 mm. Setelah modul diketahui, jumlah gigi (Z) pada roda gigi input dapat dicari :

$$D1 = m \cdot Z1$$

$$38 = 2,25 \cdot Z1$$

$$Z1 = 17 \text{ gigi}$$



**Gambar 4. Desain Roda Gigi Input**

Setelah modul, diameter, dan jumlah gigi pada roda gigi input diketahui, jumlah gigi pada roda gigi output dapat dicari :

$$HOH = ((Z1+Z2).m)/2$$

$$50 = ((17+Z2) \cdot 2,25)/2$$

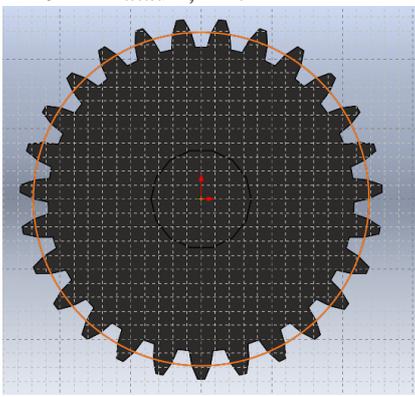
$$Z2 = 27 \text{ gigi}$$

Setelah jumlah gigi pada roda gigi output dapat dihitung, diameter pada roda gigi output dapat dicari :

$$D2 = m \cdot Z2$$

$$D2 = 2,25 \cdot 27$$

$$D2 = 61 \text{ mm atau } 2,4 \text{ inci}$$

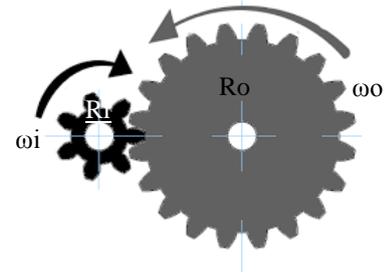


**Gambar 5. Desain Roda Gigi Output**

### B. Perhitungan Gaya Pada Roda Gigi

Material roda gigi sangat penting diperhitungkan karena jika salah memilih material bisa menyebabkan roda gigi aus, oleh karena itu material metal SCM 440 dipilih sebagai material roda gigi dalam pembuatan alat pengencang dan pembuka mur roda. Yield strength dari SCM 440 ini sebesar >930 MPa. Diharapkan besi ini mampu menjadi material roda gigi yang akan membuka empat buah baut roda mobil yang membutuhkan torsi 40 kg.m yang berarti 392.259 Nm.

Pertama-tama kecepatan roda gigi output harus diketahui, besar momen input adalah 7000 rpm yang didapatkan dari alat impact wrench dan dapat dihitung dengan persamaan berikut :



**Gambar 6. Hubungan antara dua roda gigi**

$$V = Vi = Vo$$

$$\omega_i \cdot Ri = \omega_o \cdot Ro$$

$$7000 \cdot 38 = \omega_o \cdot 62$$

$$\omega_o = 4290 \text{ rpm}$$

Setelah kecepatan roda gigi output dihitung, kecepatan pitch line dapat dihitung dengan rumus berikut :

Vp1 adalah roda gigi input

$$Vp1 = (\pi \cdot d1 \cdot N \text{ input})/12$$

$$Vp1 = 3,14 \cdot 1,49 \cdot 7000/12$$

$$Vp1 = 2747,5 \text{ Ft/min}$$

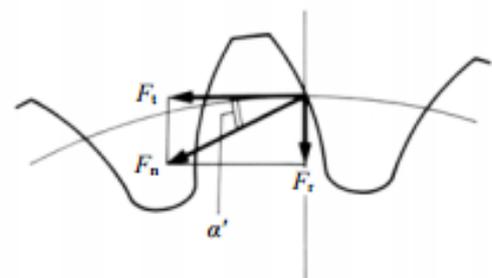
Vp2 adalah roda gigi output

$$Vp2 = (\pi \cdot d2 \cdot N \text{ input})/12$$

$$Vp2 = 3,14 \cdot 2,44 \cdot 7000/12$$

$$Vp2 = 4478,2 \text{ Ft/min}$$

Berikut adalah perhitungan gaya-gaya yang terjadi :



**Gambar 7. Gaya pada roda gigi**

- Gaya Tangensial (Ft)

Gaya tangensial yang terjadi pada roda gigi *input* yaitu sebesar 464,2 lb sedangkan gaya tangensial yang terjadi pada roda gigi *output* sebesar 284,05

- Gaya Normal (Fn)

Gaya normal yang terjadi pada roda gigi *input* sebesar 515,77 lb dan pada roda gigi *output* sebesar 315,62 lb.

- Gaya Radial (Fr)

Gaya radial yang terjadi pada roda gigi *input* yaitu sebesar 176,4 lb sedangkan pada roda gigi *output* sebesar 107,9 lb.

- Gaya Dinamis (Fd)

Gaya dinamis yang terjadi pada roda gigi yaitu sebesar 1527,02 lb

Setelah gaya pada roda gigi diketahui, tebal roda gigi juga sangat penting untuk dihitung karena lebar roda gigi menentukan kekuatan dari roda gigi. Untuk itu tebal roda gigi telah dihitung sebesar 0,88 inci

Dengan perhitungan diatas tebal roda gigi sebesar 22,4 mm atau 0,88 inci, setelah tebal roda gigi dihitung, dilakukan pengecekan ukuran lebar roda gigi apakah layak atau tidak dengan rumus :

$$\begin{aligned} 9/P < b < 13/P \\ 0,818 < 0,88 < 1,18 \end{aligned}$$

Dengan perhitungan diatas, lebar yang dihasilkan dengan rumus perhitungan yaitu 0,88 inci, hasil ini dinyatakan aman untuk digunakan karena melebihi batas minimum dan dibawah batas maksimum. Setelah lebar roda gigi di dapat, diketahui Yield strength material roda gigi SCM 440 adalah 930 MPa atau 134.885 Psi sehingga beban ijin bending yang dihasilkan dari roda gigi *input* yaitu sebesar 3237,24 Psi sedangkan untuk roda gigi *output* yaitu sebesar 3755,19 Psi

#### C. Hasil benda yang dibuat

Setelah semua ukuran telah dihitung, alat pengencang dan pembuka mur roda kendaraan akan diproses dalam proses pembuatan. Berikut ini adalah hasil akhir dari alat pengencang dan pembuka mur roda kendaraan :



**Gambar 8. Tampak luar alat**



**Gambar 9. Bagian dalam alat**



**Gambar 10. Tampak belakang alat**

#### D. Pengujian

Setelah alat pengencang dan pembuka mur roda kendaraan selesai dibuat, dilakukan pengujian untuk mengetahui bahwa alat dapat bekerja dan mengetahui hasil kecepatannya.

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam pengujian alat pengencang dan pembuka mur roda ini adalah :

1. Kunci Stang Panjang 40 cm
2. *Impact Wrench*
3. Kunci Torsi
4. Mobil yang memiliki PCD berukuran 4 x 100 (menggunakan roda dari mobil honda jazz GE8)
5. Kamera
6. Telepon Genggam
7. Dongkrak Mobil
8. Jack Stand
9. *Stopwatch*

Pengujian dilakukan oleh tiga orang, yang masing-masing orang bertugas satu sebagai pengguna alat pengencang dan pembuka mur roda, satu sebagai orang yang mendokumentasikan (foto dan video) dan satu orang bertugas untuk menjaga alat jika terjadi masalah ataupun resiko dengan cara memegang alat saat sedang beroperasi. Pengujian ini dilakukan di dua tempat yaitu di rumah dan di bengkel mobil.

Pengujian Menggunakan Kunci Stang Panjang  
Pengujian dilakukan di rumah dengan cara :

1. Parkir kendaraan di tempat yang datar
2. Melonggarkan mur roda dengan alat yang telah dirancang dengan kunci stang panjang dengan cara memutar stang searah jarum jam, namun roda tidak sampai terlepas
3. Dongkrak pada bagian roda yang akan dilepas
4. Pasang jack stand pada chassis kendaraan
5. Memasang alat yang telah dirancang dan melepas dengan kunci stang panjang dengan cara memutar stang searah jarum jam hingga roda terlepas atau ke arah berlawanan jarum jam untuk mengencangkan
6. Memastikan torsi yang dihasilkan dengan kunci torsi

Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa saat menggunakan alat ini dengan kunci stang membutuhkan waktu empat belas detik namun empat belas detik itu merupakan hasil yang diraih saat mur roda sudah dilonggarkan terlebih dahulu. Sedangkan saat mengencangkan dengan alat ini membutuhkan waktu tiga puluh detik.



**Gambar 11. Pengujian dengan menggunakan kunci stang panjang**

Pengujian Menggunakan Impact Wrench dilakukan di bengkel dengan cara :

1. Parkir kendaraan di tempat yang datar
2. Dongkrak pada bagian roda yang ingin dilepas
3. Memasang alat pada mur roda
4. Memasang impact wrench pada alat, searah jarum jam untuk melepas dan berlawanan jarum jam untuk mengencangkan
5. Memastikan torsi yang dihasilkan dengan kunci torsi

Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa saat menggunakan alat ini dengan impact wrench membutuhkan waktu sepuluh detik untuk melepas dan sembilan detik untuk mengencangkan.



**Gambar 12. Pengujian menggunakan impact wrench**

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, perhitungan dan pengujian dapat disimpulkan bahwa alat pembuka dan pengencang mur roda kendaraan yang memiliki diameter roda gigi input berukuran 38 mm, diameter roda gigi output berukuran 62 mm, jumlah gigi roda gigi input sebanyak 17 gigi, jumlah gigi roda gigi output sebanyak 27 gigi, tebal roda gigi 26 mm, modul roda gigi gigi 2,25 mm tebal casing seluruhnya 30 mm dan material roda gigi SCM 440 menunjukkan bahwa tujuan membuka mur roda secara bersamaan dalam perancangan dan pembuatan alat pengencang dan pembuka mur roda kendaraan dapat tercapai.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aaron D. Deutschman.; Walter J. Michels.; Charles E.; Wilson Jr. Machine Design: Theory and Practice.
- [2] Spotts, Merhyle F.; Shoup, Terry E.; Hornberger, Lee E. International Edition Design of Machine Elements (8th Edition)
- [3] Table of Lewis Form Factor  
<http://myengineeringtools.blogspot.com/2015/03/formula-sheet.html>
- [4] SCM 440 Steel  
<http://www.round-bar.com/Heat-resistant-bar/SCM440-Hot-rolled-steel-bar-SCM440-Forged-steel-bar.html>
- [5] Rules and Formulas For Module (metric) Spur Gear Calculations  
[http://www.micro-machine-shop.com/module\\_gear\\_data.pdf](http://www.micro-machine-shop.com/module_gear_data.pdf)
- [6] Understanding Gears  
[http://www.engineerstudent.co.uk/understanding\\_gears.html](http://www.engineerstudent.co.uk/understanding_gears.html)