

## SINTESA KINEMATIKA MEKANISME ALAT BANTU LAS PADA PROSES PENGELASAN AWAL PEDAL REM SEPEDA MOTOR

Sugiharto \* , Endang Kadar \*\* , Reno Maryadi

\* Jurusan Teknik Mesin - Fakultas Teknik - Universitas Pasundan

\*\* PT. Sinar Terang Logamjaya (STALION)

Email: [haifa\\_hafizha@yahoo.com](mailto:haifa_hafizha@yahoo.com)

### Abstrak

Proses pembuatan pedal rem sepeda motor pada saat ini masih dilakukan secara manual, dimana tiap komponen disambung dengan menggunakan proses pengelasan MIG. Tahapan awal proses pembuatannya diawali dengan proses las titik pada bagian-bagian tertentu yang bertujuan menyatukan komponen *bos*, *plane* dan batang pedal yang akan dilas. Setelah proses ini dilakukan, dilanjutkan dengan proses pengelasan secara kontinyu pada bagian yang akan disambung. Dengan adanya tahapan proses yang dilakukan pada proses pengelasan tadi, dilakukan suatu perancangan alat bantu yang dapat mengantikan operator pada tahap awal pengelasan pedal rem tersebut.

Pembuatan alat bantu diawali dengan merancang gerakan (*motions synthesis of mechanism*) yang dijabarkan dalam bentuk mekanisme alat bantu yang dirancang. Alat bantu yang dirancang diharapkan dapat membantu kerja operator dan dapat meningkatkan kualitas dan produktifitas yang dihasilkan.

Dari hasil sintesa didapat model mekanisme yang sesuai dengan gerak yang diinginkan adalah rangkaian mekanisme roda jeneva dan cam-follower yang dapat memutarkan torch las yang berberhenti dan melakukan proses pengelasan di tiap sudut  $90^\circ$ . Gerakan untuk mengembalikan posisi torch pada posisi awal dilakukan dengan menggunakan mekanisme empat batang .

Kata kunci: Sintesa, kinematika

### I. Pendahuluan

Proses awal pembuatan pedal rem sepeda motor pada saat ini masih dilakukan secara manual, dimana tiap komponen disambung dengan menggunakan proses pengelasan MIG (*metal inert gas*) secara manual yang dilengkapi alat bantu pemegang komponen yang akan dilas (*jig and fixture*).

Tahapan awal proses pembuatan pedal rem sepeda motor diawali dengan proses las titik pada bagian-bagian tertentu yang bertujuan menyatukan *bos*, *plane* dan batang pedal yang akan dilas. Setelah peroses ini, dilanjutkan dengan proses pengelasan secara kontinyu pada bagian yang akan disambung.



Gambar 1. Pedal Rem Sepeda Motor dan Posisi Pengelasan Awalnya

Dengan adanya tahapan proses yang dilakukan, dilakukan suatu perancangan alat bantu yang dapat mengantikan operator pada tahap pengelasan awal pedal rem sepeda motor diatas. Perancangan alat bantu ini diawali dengan merancang gerakan (*motions synthesis of mechanism*) yang dijabarkan dalam bentuk mekanisme alat bantu yang dirancang. Alat bantu yang dirancang

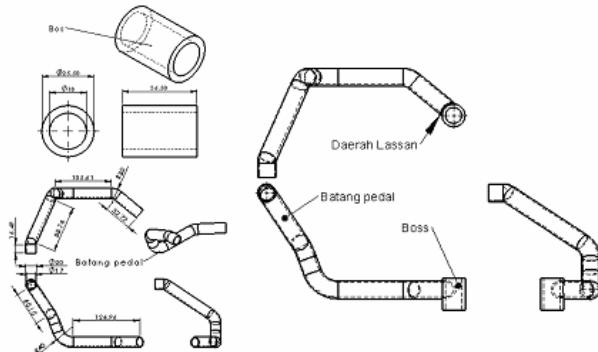
diharapkan dapat membantu kerja operator dan dapat meningkatkan kualitas dan produktifitas yang dihasilkan.

## **II. Proses Pembuatan Pedal Rem Sepeda Motor**

Pedal rem pada sepeda motor mempunyai empat komponen, yang disusun menjadi satu dengan menggunakan sambungan las. proses pengelesaan yang digunakan adalah las MIG secara konvensional (oleh operator las).

## **Proses pengelasan tahap pertama**

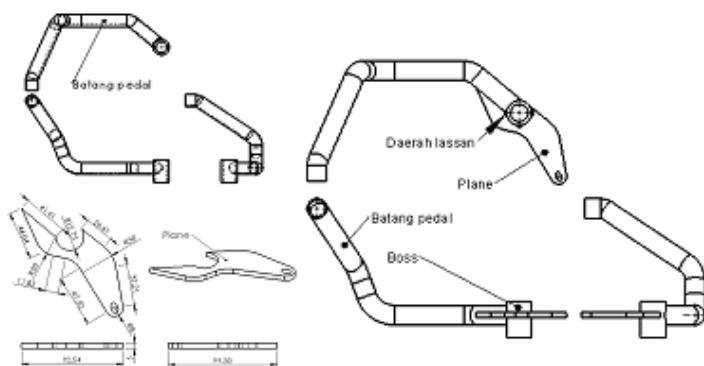
Tahap pertama dalam pengelasan komponen pedal rem adalah menyambung *bos* dengan batang pedal, yang diawali dengan proses las titik di setiap ujung batang pedal yang akan disambung dengan dinding luar silinder *bos*. Dilanjutkan dengan proses las penuh pada ujung batang yang bersinggungan dengan dinding luar silinder *bos*.



Gambar 2. Proses pengelasan tahap pertama

## **Proses pengelasan tahap kedua**

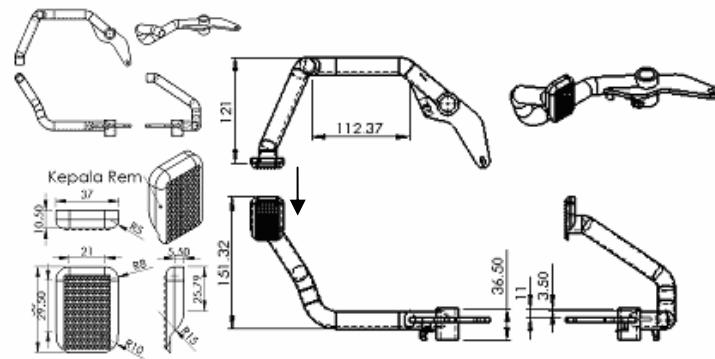
Tahap kedua dalam pengelasan komponen pedal rem adalah menyambung *bos* yang telah menyatu pada batang pedal dengan *plane*, yang diawali dengan proses las titik di setiap ujung setengah lingkaran *plane* yang akan disambung dengan dinding luar silinder *bos*. Dilanjutkan dengan proses las penuh mengikuti alur setengah lingkaran *plane* yang bersinggungan dinding luar silinder *bos*.



Gambar 3. Proses pengelasan tahap kedua

### **Proses pengelasan tahap akhir**

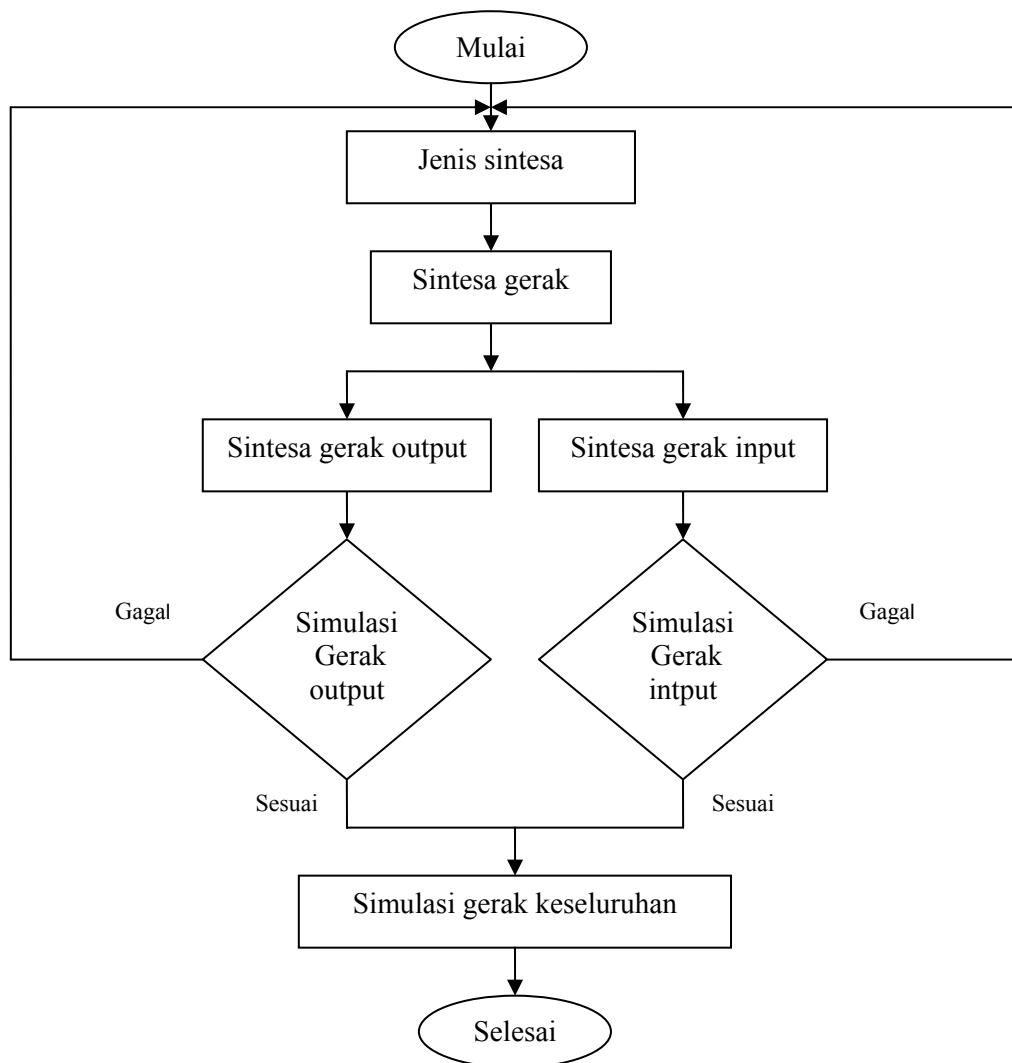
Tahap ketiga dalam pengelasan komponen pedal rem adalah menyambung batang pedal dengan kepala pedal, yang diawali dengan proses las titik di setiap ujung batang pedal yang akan disambung dengan dinding penanjang kepala pedal. Dilanjutkan dengan proses las penuh pada ujung batang yang bersinggungan dengan dinding penampang kepala pedal.



Gambar 4. Proses pengelasan tahap akhir

### III. Sintesa Kinematika

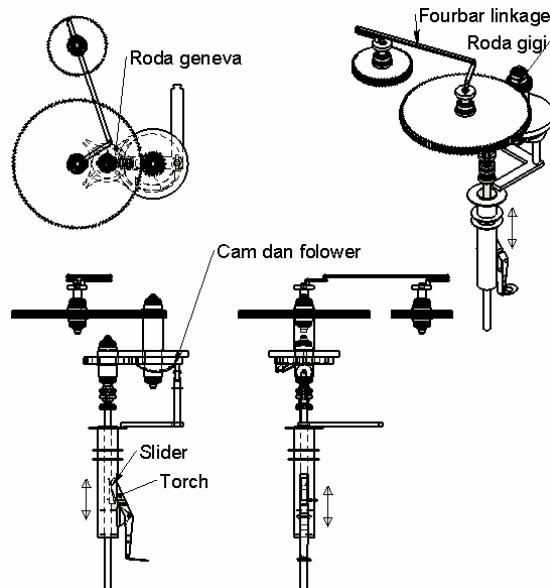
Sintesa kinematika mekanisme alat bantu proses pengelasan pedal rem sepeda motor, dilakukan seperti pada diagram alir berikut



Gambar 5. Diagram alir sintesa kinematika mekanisme alat bantu pengelasan awal pedal rem sepeda motor

### Sintesa gerak output

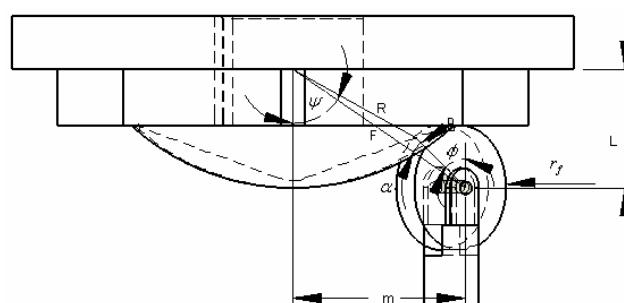
Mekanisme output berfungsi menggerakan *torch* pada mesin las agar dapat bergerak melakukan proses pengelasan. Pada saat melakukan proses pengelasan, *torch* mesin las digerakkan dengan menggunakan mekanisme *slider*, gerakan turun-naiknya digerakkan oleh mekanisme *cam-follower*. Sedangkan untuk mengatur posisi *torch* mesin las menggunakan roda geneva. Sedangkan untuk mengatur posisi *torch*, agar dapat berputar bolak-balik digunakan mekanisme *fourbar linkages* yang dibantu oleh komponen penunjang yaitu transmisi roda gigi.



Gambar 6. Sintesa mekanisme output

### Sintesa *cam* dan *follower*

Mekanisme *cam* terdiri dari dua komponen utama yaitu *cam* sebagai penggerak sedangkan *follower* yang digerakkan. Prinsip kerja dari mekanisme *cam* adalah *cam* berputar mengelilingi garis sumbunya dan *follower* akan bergerak turun naik mengikuti alur pada *cam*. Mekanisme *Cam* dan *follower* digunakan untuk menggerakan *torch* pada mesin las agar dapat bergerak turun naik untuk melakukan proses pengelasan.



Gambar 7. Skematical *cam* dan *follower*

Besar sudut  $\alpha$  diantara titik kontak *cam – follower*. Diperoleh dengan menggunakan persamaan

$$\alpha = \arctan \left[ \frac{L(dL/d\theta)}{m^2 + L^2 - m(dL/d\theta)} \right] \quad (1)$$

Sedangkan sudut tekan  $\phi$  diketahui dari persamaan

$$\phi = \alpha - \psi \quad (2)$$

dimana

$$\psi = \arctan\left(\frac{m}{L}\right) \quad (3)$$

Jarak antara cam dengan pusat follower diketahui dengan menggunakan persamaan

$$F = \sqrt{L^2 + m^2} \quad (4)$$

dimana :

$m$  = Jarak dari pusat *follower* ke pusat *cam*

$\theta$  = sudut rotasi *cam* yang diukur berlawanan arah dengan putaran *cam*

$L$  = Jarak dari pusat *follower* ke pusat *cam* yang diukur searah pergerakan *follower*

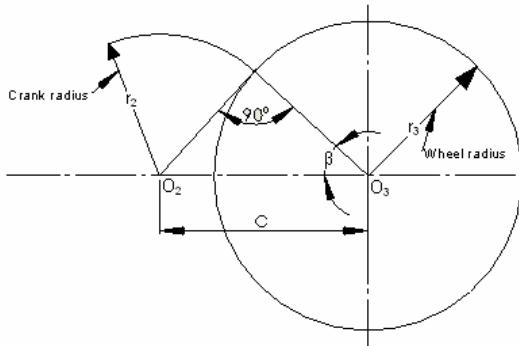
$r_f$  = Jari-jari *roller follower*

$\frac{dL}{d\theta}$  = Nilai *displacement follower*

### Sintesa roda geneva

Mekanisme roda *geneva* merupakan sebuah pasangan dari roda *pin* dengan roda *geneva*. Roda *pin* merupakan roda penggerak sedangkan roda *geneva* merupakan roda yang digerakkan. Putaran roda *pin* berlawanan arah dengan putaran roda *geneva*. Kontak antara kedua roda tersebut adalah sebuah *pin* yang ada pada roda *pin* dengan sebuah *slot* yang ada pada roda *geneva*.

Mekanisme roda *geneva* digunakan untuk memposisikan *torch* mesin las agar dapat berberhenti dan berputar melakukan proses pengelasan di tiap sudut  $90^\circ$



Gambar 8. Skematic roda *geneva*

Besar sudut  $\beta$  diketahui dengan menggunakan persamaan

$$\beta = \frac{360^\circ}{2n} \quad (5)$$

jarak antar pusat roda (C) diketahui dengan menggunakan persamaan

$$C = \frac{r_2}{\sin \beta} \quad (6)$$

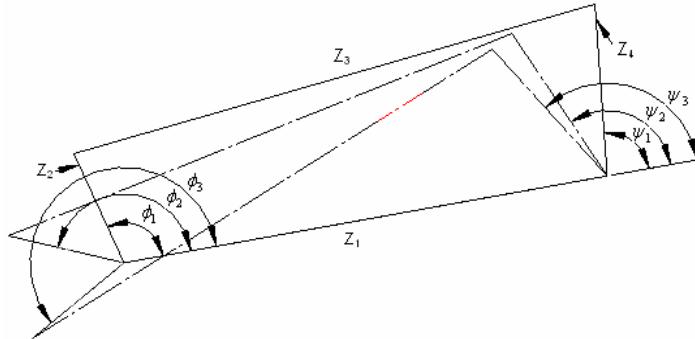
dimana :

$r_2$  = jarak dari pusat roda ke pusat *pin*.

$n$  = jumlah *slot* yang ada pada roda *geneva*.

### Sintesa fourbar linkages

Mekanisme *Fourbar linkages* merupakan gabungan dari empat batang yang disambung. Sehingga dapat mentransmisikan daya dan dapat merubah arah gerak sebuah poros menjadi gerak bolak-balik (*ocilation*). Mekanisme *Fourbar linkages* digunakan untuk mengatur *torch* las dapat berputar bolak-balik selama melakukan proses pengelasan.



Gambar 9. Skematik *fourbar linkages*

Dengan menngunakan persamaan *Freudenstein's* didapat:

$$K_1 = \frac{\omega_3 \cdot \omega_5 - \omega_2 \cdot \omega_6}{\omega_1 \cdot \omega_5 - \omega_2 \cdot \omega_4} \quad (7)$$

$$K_2 = \frac{\omega_1 \cdot \omega_6 - \omega_3 \cdot \omega_4}{\omega_1 \cdot \omega_5 - \omega_2 \cdot \omega_4} \quad (8)$$

$$K_3 = -\cos(\phi_3 - \psi_3) - K_1 \cdot \cos \phi_3 - K_2 \cdot \cos \psi_3 \quad (9)$$

Dimana:

$$\omega_1 = \cos \phi_1 - \cos \phi_2 \quad (10)$$

$$\omega_2 = \cos \psi_1 - \cos \psi_2 \quad (11)$$

$$\omega_3 = -\cos(\phi_1 - \psi_1) + \cos(\phi_2 - \psi_2) \quad (12)$$

$$\omega_4 = \cos \phi_1 - \cos \phi_3 \quad (13)$$

$$\omega_5 = \cos \psi_1 - \cos \psi_3 \quad (14)$$

$$\omega_6 = -\cos(\phi_1 - \psi_1) + \cos(\phi_3 - \psi_3) \quad (15)$$

Dan persamaan untuk mencari panjang batang adalah:

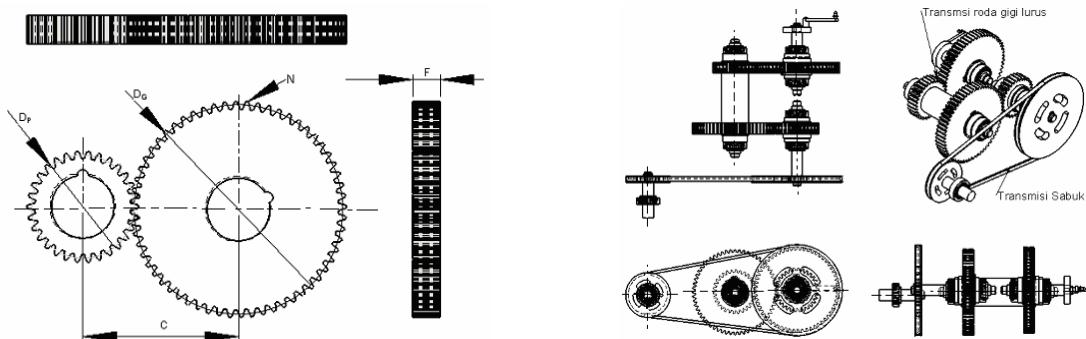
$$Z_4 = \frac{Z_1}{K_1} \quad (16)$$

$$Z_2 = -\frac{Z_1}{K_2} \quad (17)$$

$$Z_3 = \sqrt{2 \cdot K_3 \cdot Z_2 \cdot Z_4 + Z_1^2 + Z_2^2 + Z_4^2} \quad (18)$$

### Sintesa gerak input

Mekanisme input merupakan sistem transmisi yang digunakan untuk mereduksi putaran dari motor listrik. Komponen gerak input terdiri dari sistem transmisi sabuk dan transmisi roda gigi.



Gambar 10. Transmisi roda gigi dan komponen mekanisme gerak input

### Trasmisi roda gigi

Roda gigi lurus digunakan dalam sistem ini untuk menstransmisikan putaran dan daya. Putaran dan daya yang ditransmisikan tergantung dari perbandingan kecepatan roda giginya, *modul* roda gigi (*m*) diketahui dengan menggunakan persamaan

$$m = \frac{D_P}{N_P} = \frac{D_P}{N_G} \quad (19)$$

Sementara jarak poros (*C*) diketahui dengan persamaan

$$C = \frac{D_P + D_G}{2} = m \left( \frac{N_P + N_G}{2} \right) \quad (20)$$

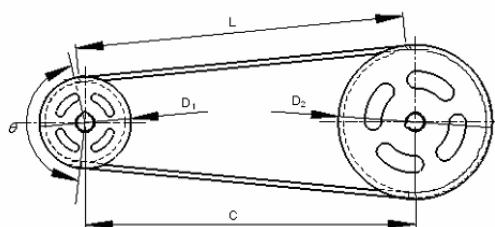
Sedangkan rasio kecepatan (VR) diperoleh dengan persamaan

$$VR = \frac{n_P}{n_G} = \frac{D_G}{D_P} = \frac{N_G}{N_P} \quad (21)$$

Dimana :   
*n<sub>P</sub>* = Kecepatan pinion  
*N<sub>G</sub>* = Kecepatan gear  
*D<sub>p</sub>* = Diameter pitch pinion  
*D<sub>G</sub>* = Diameter pitch gear  
*N<sub>p</sub>* = Jumlah gigi pinion  
*N<sub>G</sub>* = Jumlah gigi gear

### Trasmisi sabuk

Sabuk merupakan elemen penerus daya yang melilit pada sepasang puli. Selama meneruskan daya.



Gambar 11. Trasmisi sabuk

panjang keliling sabuk diperoleh dengan persamaan

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) \quad (22)$$

Dimana :  $D_1$  = Diameter puli kecil (mm)

$D_2$  = Diameter puli besar (mm)

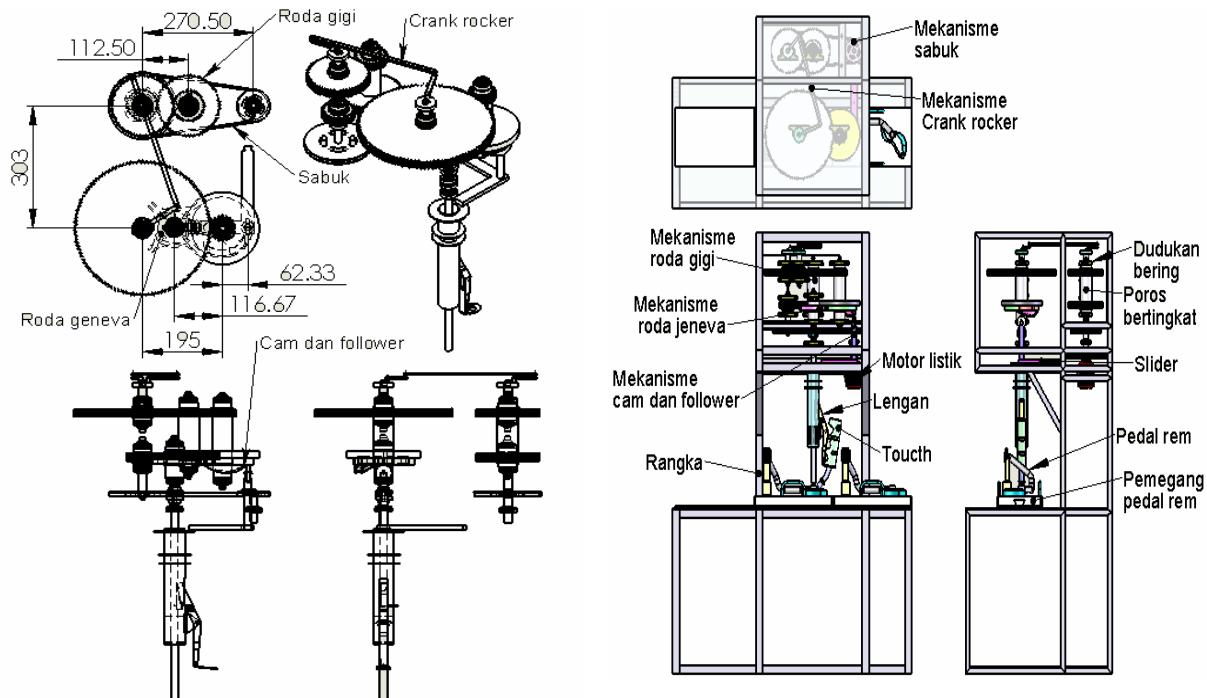
C = Jarak antar pusat poros (mm)

diameter puli besar diperoleh dengan persamaan

$$D_2 = \frac{(L - 2C)2}{\pi} - D_1 \quad (23)$$

Faktor koreksi sudut kontak puli kecil

$$\theta = 180^\circ - \frac{(D_2 - D_1)60}{C} \quad (24)$$



Gambar 13. Hasil Sintesa Mekanisme alat bantu proses pengelasan untuk pedal rem sepeda motor

#### IV. Kesimpulan

Dari hasil sintesa kinematika maka diperoleh dimensi sebuah mekanisme diantaranya adalah sebagai berikut.

##### 1. Dimensi untuk mekanisme *cam dan follower*

- Jari-jari *roler follower* : 20 mm
- Jarak antar pusat sumbu *cam* dengan *follower* : 55 mm
- Tinggi profil *cam* : 18 mm
- Diameter *cam* : 150 mm

2. Dimensi untuk mekanisme roda *geneva*
  - Jumlah slot pada roda *geneva* : 4 buah
  - Jarak antar pusat sumbu roda *geneva* : 117 mm
  - Jarak antara pusat sumbu roda ke pusat pin : 82.5 mm
3. Dimensi untuk mekanisme *four bar linkage*
  - Panjang batang 1 : 70 mm
  - Panjang batang 2 : 333 mm
  - Panjang batang 3 : 100 mm
  - Jarak antar poros *four bar linkage* : 303 mm
4. Dimensi untuk transmisi roda gigi lurus
  - Diameter pitch : 75 mm
  - Diameter pitch gear : 150 mm
  - Jarak antar pusat sumbu roda gigi : 112.5 mm
  - Modul roda gigi : 2.5
6. Dimensi untuk transmsi sabuk
  - Diameter puli : 76.2 mm
  - Diameter puli besar : 160 mm
  - Jarak antar sumbu puli : 270.5 mm
  - Panjang keliling sabuk : 801.934 mm

### Daftar Pustaka

1. Arthur G. Erdman & George N. Sandor, 1984 “ *Mechanism Design : Analisis And Synthesis*”, Volume 1, Prentice-Hall, Inc, New Jersey.
2. Ivan i, Artobolevsky, 1977 “ *Mechanisms In Modern Engineering Design*”, Volume III (Gear Mechanisms), Mir Publishers, Moscow 1977.
3. Tao, 1964 “ *Applied Linkage Synthesis*”, Addison-Wesley Publishing Company, Inc, London.