

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Konsep Rancangan

Rancangan dari mesin pengupas biji kulit kopi ini dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa metode seperti berikut :

1. Pemilihan pisau pengupas kulit biji kopi

Pemilihan pisau pengupas kulit biji kopi yang terbaik adalah dilakukan dengan cara *weighted rating method*, yaitu :

- a. Membuat daftar penilaian kriteria fungsi dari alat
- b. Menentukan bobot dari kriteria tersebut
- c. Membuat daftar alternatif mesin
- d. Menghitung bobot rata-rata dari setiap kriteria yang ada
- e. Menghitung rata-rata rating/nilai untuk memproduksi seluruh nilai.

2. Ergonomi

Pembuatan/perancangan mesin pengupas kulit biji kopi basah harus disesuaikan dengan tinggi dan jangkauan rata-rata orang Indonesia. Pengukuran dilakukan dengan cara mengukur beberapa orang dengan kriteria pengukuran yang telah ditentukan. Tujuannya adalah dengan ukuran

antropometri tersebut, maka akan mendapatkan ukuran dari mesin yang akan dibuat. Dari desain alat dengan ukuran demikian, maka akan tercipta suatu kombinasi yang paling serasi antara sistem peralatan kerja dengan manusia sebagai tenaga kerja agar pada saat pekerjaan berlangsung, pekerja tersebut merasa aman dan nyaman, meningkatkan performansi kerja serta meminimasi potensi kecelakaan kerja (Mustafa, 1992). Dibawah ini adalah ukuran *antropometri* rata-rata orang Indonesia:

Tabel 2. Definisi ukuran *antropometri* rata-rata orang Indonesia

No	Ukuran antropometri	Definisi
1	Ketinggian berdiri	Jarak dari ujung kepala sampai bagian kaki posisi tegak
2	Ketinggian bahu	Jarak dari bagian tertinggi bahu sampai telapak kaki pada posisi tegak
3	Ketinggian siku	Jarak dari siku ke telapak kaki
4	Lebar bahu	Jarak dari bagian terluar lengan kiri dan kanan
5	Panjang pangkal lengan	Jarak dari ketiak sampai siku
6	Panjang lengan bagian bawah	Jarak dari siku sampai ujung jari tengah
7	Tinggi jangkauan ke atas	Jarak dari pegangan tangan pada posisi tegak sampai telapak kaki
8	Panjang lengan (jangkauan horizontal ke depan)	Jarak dari dada tegak sampai ujung jari tengah
9	Panjang telapak tangan	Jarak dari ujung jari tengah sampai pergelangan tangan

10	Lebar telapak tangan	Jari terpinggir dari jari kelingking ke jempol
----	----------------------	--

3. Mekanisme pengupasan

Poros silinder pengupas biji kopi basah ini adalah memakai bahan karet dengan pisau pengupas terbuat dari plat berbahan baja yang disusun. Alasan pemakaian rol karet tersebut adalah untuk mendapatkan hasil dari biji kopi yang tidak pecah. Sudut yang akan dipakai adalah 30° , 45° dan 60° .



Gambar 11. Mekanisme pengupasan

Mekanisme pengupasan kulit adalah pada saat rol berputar dan biji kopi terhimpit diantara silinder karet dan mata pisau. Arah sudut mata pisau tersebut berlawanan arah dengan sudut silinder karet itu sendiri.

B. Rancangan Pisau

Dalam perancangan mesin pengupas kulit biji kopi basah ini, terdapat beberapa aspek yang harus yang harus dipertimbangkan, yaitu sebagai berikut :

1. Pemilihan material komponen poros

Pada penelitian ini material yang digunakan pada poros silinder pengupas adalah baja karbon aisi 1045. Hal ini dilakukan karena poros tersebut adalah kompoenen yang paling dominan dalam perancangan mesin. Sifat mekanik dari baja karbon aisi 1045 sangat atraktif untuk berbagai aplikasi industri otomotif maupun bidang lain yang membutuhkan komponen dengan tingkat ketahanan aus yang tinggi. Adapun komposisi kimia dan sifat mekanik dari baja karbon aisi 1045 dapat dilihat pada tabel 3 dan 4 seperti dibawah ini:

Tabel 3. Komposisi kimia dari baja karbon aisi 1045

C (%)	Mn (%)	P(%)	S(%)	Fe(%)
0.42-0.50	0.60-0.90	<=0.040	<=0.050	98.51-98.99

Sumber : www.matweb.com

Tabel 4. Sifat-sifat mekanik dari baja karbon aisi 1045

Sifat Mekanis	Baja Karbon AISI 1045 (T25 ⁰ C)
Tegangan luluh (σ_y)	505 Mpa
Tegangan batas (σ_u)	250.10 ³ psi, 1725 Mpa
Kekuatan tarik	585 Mpa
Kekerasan	179 HB
Modulus elastisitas (E)	205 Gpa
Kerapatan massa (ρ)	7.85 g/cm ³
Panas spesifik	0.116 BTU/lb °F, 0.486 J/g °C
Konduktifitas panas (K)	346 BTU/hr ft ² °F, 49.8 W/m °k

Sumber : www.matweb.com

2. Pemilihan penggerak mesin

Untuk mendapatkan daya motor pada sebuah perancangan, maka harus diketahui torsi yang bekerja. Torsi dapat dihitung dengan cara mencari gaya yang bekerja, jari-jari silinder, massa dan gaya gravitasi. Hal pertama yang lebih penting dicari adalah massa dari benda yang akan digerakkan. Berikut adalah rumus-rumus yang akan dipakai untuk mendapatkan daya motor.

a. Massa

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana, ρ = densitas (kg/m^3)

m = massa (kg)

v = volume (m^3)

b. Selanjutnya mencari gaya normal :

$$N = W = m.g \dots\dots\dots (2)$$

Dimana : N = gaya normal (newton)

m = massa beban (gr)

g = gaya gravitasi (m/s^2)

c. Untuk F/f_s itu sendiri dapat dihitung :

$$F/f_s = \mu_s . N . fc \dots\dots\dots (3)$$

Dimana : f_s = gaya gesek statis

μ_s = koefisien gesek statis

N = gaya normal

fc = faktor koreksi

d. Untuk torsi dapat di hitung dengan rumus :

$$T = F \times r \dots\dots\dots (4)$$

Dimana : T = torsi pada silinder pengupas (Nm)

F = gaya yang bekerja pada keliling silinder pengupas (N)

r = jari-jari silinder pengupas (mm)

e. Daya motor dapat dihitung dengan rumus :

$$P = \frac{2\pi NT}{60} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana : P = daya motor (watt)

N = putaran silinder (rpm)

T = torsi (Nm)

3. Perhitungan dimensi dan kekuatan poros serta pengujian kekuatan poros.

Dalam pengupasan kulit biji kopi, daya yang dibutuhkan untuk mengupas tentulah sangat penting dengan beberapa variabel yang mempengaruhinya. Dengan asumsi rpm silinder yang diberikan, maka dapat dihitung rpm dari girbox/gigi reduksi dan motor yang akan dipakai. Silinder karet ini sendiri memakai karet alam (*natural rubber*, NR) sebagai bahan baku pembuatannya. Poros berperan meneruskan daya bersama-sama dengan putaran. Umumnya poros meneruskan daya melalui sabuk, roda gigi dan rantai sehingga poros menerima beban puntir dan lentur. Dibawah ini adalah rumus untuk mendapatkan diameter poros yang akan digunakan (Sularso. 1997).

a. Daya rencana

$$P_d = f_c \cdot P \dots\dots\dots (6)$$

Dengan : P_d = daya rencana (watt)

f_c = faktor koreksi

P = daya nominal output dari motor penggerak (watt)

b. Momen rencana

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

Dimana : T = momen rencana (kg.mm)

n_1 = putaran motor penggerak (rpm)

c. Tegangan lentur yang diizinkan :

$$\tau_a = \sigma_B / (Sf_1 + Sf_2) \dots\dots\dots (8)$$

Dimana : σ_B = kekuatan tarik dari bahan poros (kg/mm²)

Sf_1 = faktor keamanan bahan S-C adalah 6

Sf_2 = faktor kermanan dengan baja beban 2

d. Diameter poros untuk beban puntir dan lentur :

$$d_s \geq \left\{ \frac{5,1}{\tau_a} \sqrt{(k_m \cdot M)^2 + (K_t \cdot T)^2} \right\}^{1/3} \dots\dots\dots (9)$$

Dimana : d_s = diameter poros (mm)

τa = tegangan lentur yang diizinkan (kg/mm^3)

k_m = faktor koreksi lenturan

k_t = faktor koreksi puntiran

M (momen lentur) = $\frac{\text{beban total}}{2}$ x lebar *bearing*

e. Pemeriksaan sudut puntir

$$\theta = 548 \frac{T.L}{G.ds^4} \dots\dots\dots(10)$$

Dimana : Defleksi puntiran, maksimum $0,25^0$

T = momen Puntir (kg.mm)

L = panjang poros (mm)

G = modulus geser, (untuk baja $G = 8,3 \cdot 10^3 \text{ kg/mm}^2$)

ds = diameter Poros (mm)

f. Perhitungan defleksi maksimum

$$y = 3,23 \times 10^{-4} F.L_1^2.L_2^2 / ds^4.L \dots\dots\dots(11)$$

Dimana : F = massa (kg)

ds = diameter poros (mm)

L = panjang poros/jarak antara bantalan penumpu (mm)

L1 & L2 = jarak ke titik beban (mm)

g. Cara pengujian dengan *solidwork simulation*

Adapun cara pengujian dengan *simulation* adalah sebagai berikut ini :

1. Desain gambar model komponen poros penggerak

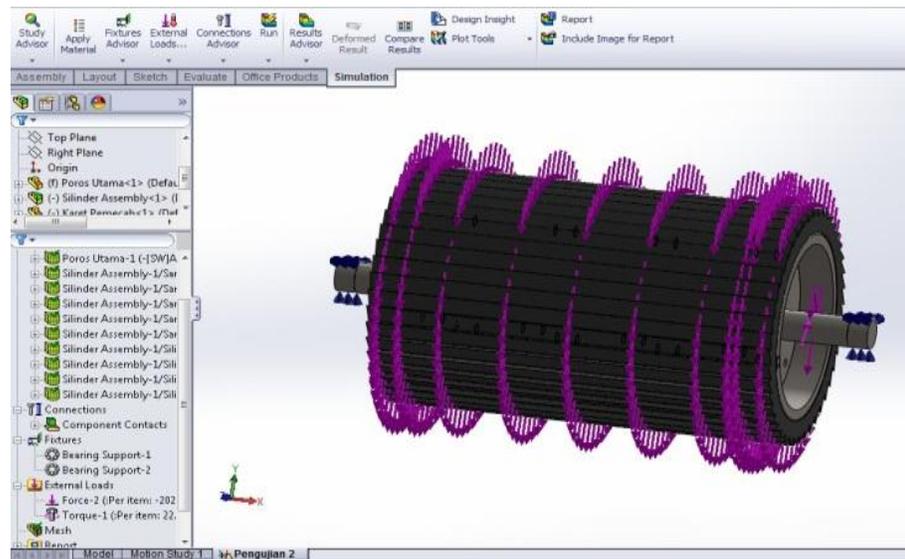
Desain gambar model dengan cara pembuatan *part* poros, *part* silinder pengupas dan piringan kemudian dilakukan *assembly*. Fungsi *assembly* itu sendiri yaitu perakitan/penyatu antara 1 *part* dengan *part* lainnya.

2. Pembebanan

Model dimasukkan kedalam *solidwork simulation* dengan memberikan nilai gaya sebesar 202,05 N dari persamaan 3 pada silinder karet dan poros dengan arah gaya vertikal/kebawah kemudian memberikan nilai torsi sebesar 22,731 Nm dari persamaan 4 pada poros tersebut, kemudian pada titik pembebanan pada poros penggerak ditumpu oleh 2 buah bantalan pada ujung poros tersebut dengan panjang antar bantalan 490 mm dengan beban merata. Selanjutnya material poros menggunakan baja aisi 1045 untuk poros dan material silinder karet yaitu *rubber*.

3. *Mesh* dan *run*

Fungsi dari *mesh* adalah untuk membuat objek menjadi tersusun dari poligon segitiga, jadi dari tiap sudutnya diliterasi guna mendapatkan nilai tertentu. Sedangkan fungsi *run* itu sendiri adalah untuk menjalankan program yang telah di *mesh* sehingga diperoleh nilai dari hasil simulasi yang dilakukan. Hasil dari *mesh* dan *run* pada pengujian diatas dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 12. Penguajian *solidwork simulation*

C. Pemilihan Elemen Mesin

Ada beberapa kriteria dalam pemilihan elemen mesin pada rancang bangun mesin pengupas kulit biji kopi, yaitu seperti berikut ini :

a. Analisis sproket dan *pulley* pada gigi reduksi

Dibawah ini menurut (Sularso, 1997) rumus untuk menghitung rpm yang terjadi pada output gigi reduksi setelah dihubungkan dengan poros silinder karet melalui sproket yang dihubungkan oleh rantai.

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} \dots\dots\dots(12)$$

Dimana : n_1 = putaran *pulley* pertama (rpm *pulley* silinder penggerak)

n_2 = putaran *pulley* kedua (rpm gigi reduksi)

z_1 = jumlah gigi sproket penggerak / gigi silinder (mata gigi)

z_2 = jumlah gigi sproket digerakkan / gigi reduksi (mata gigi)

Pulley pada putaran input gigi reduksi dapat dihitung dengan rumus berikut ini, yaitu :

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \dots\dots\dots(13)$$

Dimana : n_1 = putaran *pulley* pertama (rpm gigi reduksi)

n_2 = putaran *pulley* kedua (rpm motor)

d_1 = diameter *pulley* penggerak / *pulley* gigi reduksi (mm)

d_2 = diameter *pulley* yang digerakkan / *pulley* motor (mm)

b. Sabuk V-Belt

Dalam pemilihan sabuk, kecepatan sabuk, perbandingan transmisi dan panjang sabuk dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

1. Kecepatan sabuk

$$v = \frac{\pi d \times n}{60 \times 1.000} \dots\dots\dots(14)$$

Dimana : v = kecepatan sabuk (m/s)

d = diameter *pulley* motor (mm)

n = putaran motor listrik (rpm)

2. Panjang sabuk

$$L = 2.C + \frac{\pi}{2} (dp + Dp) + \frac{1}{4.C} (Dp - dp)^2 \dots\dots\dots(15)$$

Dengan : L = panjang sabuk (mm)

C = jarak sumbu poros (mm)

d_p = diameter *pulley* penggerak (mm)

D_p = diameter *pulley* yang digerakkan (mm)

c. *Bearing* / bantalan

Bantalan yang digunakan dalam perancangan ini adalah bantalan gelinding jenis *nodular graphite cast iron*. Dibawah ini adalah rumus untuk perhitungan bantalan antara lain (Sularso, 2004) :

1. Besarnya beban radial yang bekerja :

$$F_r = \frac{102 \cdot P}{v} \dots\dots\dots(16)$$

Dimana: v = kecepatan rantai

P = daya yang dipakai

2. Untuk menghitung beban *ekuivalen* dinamis digunakan rumus :

$$P = X \cdot V \cdot F_r + F_a \cdot Y \dots\dots\dots(17)$$

Dimana: F_r = beban radial (kg)

F_a = beban aksial (kg)

X = faktor beban radial

Y = faktor beban aksial

V = faktor rotasi, untuk cincin dalam berputar = 1

Untuk cincin luar = 1,2

3. Faktor kecepatan

$$f_n = \left[\frac{3B}{n} \right]^{1/3} \dots\dots\dots(18)$$

4. Faktor umur

$$f_h = f_n \frac{C}{P} \dots\dots\dots(19)$$

5. Umur bantalan

$$L_h = 500 f_h^3 \dots\dots\dots(20)$$

Dimana : C = beban nominal dinamis spesifik

P = beban ekivalen dinamis

Lh = umur bantalan

N = putaran poros

P = faktor kecepatan, untuk bantalan bola = 3

faktor kecepatan untuk bantalan roll = 10/3

6. Keandalan umur bantalan, jika mengambil 99 % :

$$L_n = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L_h \dots\dots\dots(21)$$

Dimana : a₁ = faktor keandalan 99%

a₂ = faktor bahan

a₃ = faktor kerja

d. Sproket

Rantai yang akan dipakai dapat dicari dengan rumus berikut ini:

1. Panjang rantai

$$L_p = \frac{z_1 + z_2}{2} + 2C_p + \frac{[(z_2 - z_1) / 6,28]^2}{C_p} \dots\dots\dots(22)$$

Dimana : L_p = panjang rantai, dinyatakan dalam jumlah rantai

z_1 = jumlah gigi sproket kecil

z_2 = jumlah gigi sproket besar

C_p = jarak sumbu poros, dinyatakan dalam jumlah mata rantai (dapat berupa bilangan pecahan)

ρ = jarak bagi rantai (mm)

2. Kecepatan rantai dapat dihitung dari:

$$v = . z_1 . n_1 / 60.1000 \dots\dots\dots(23)$$

Dimana : v = kecepatan rantai (m/s²)

z_1 = jumlah gigi sproket kecil

n_1 = putaran sproket kecil (rpm)

3. Beban yang bekerja pada 1 rantai

$$F = 102 P_d / v \dots\dots\dots(24)$$

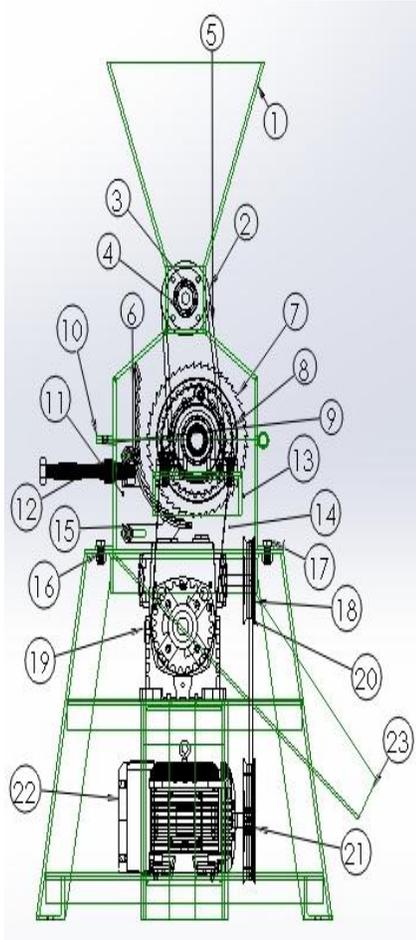
Dimana : P_d = daya rencana

v = kecepatan rantai (m/s²)

D. Bentuk Final Desain Dari Mesin

Adapun desain alat pengupas kulit biji kopi basah adalah sebagai berikut ini:

Keterangan gambar:



1. Cerobong	13. Dudukan bearing
2. Pulley	14. Rantai pemutar silinder
3. Rol pemutar	15. Penyetel pisau
4. Bearing pengarah kopi	16. Baut pengunci
5. V-belt	17. Baut pengunci
6. Pisau plat baja	18. Pulley
7. Silinder karet	19. Motor reduksi
8. Roda gigi	20. V-Belt
9. Engsel pembuka box	21. Pulley
10. Baut pengunci box	22. Elektro motor
11. Pisau penyetel	23. Cerobong keluar
12. Penyetel langkah pisau	

Gambar 13. Desain mesin

Fabrikasi rancangan :

1. Membuat *drawing*
2. Pemotongan *part* sesuai dengan gambar *blue print*

3. Pembentukan silinder pengupas yang terdiri dari poros pejal, silinder karet dan piringan penyatu antara poros dan silinder.
4. Proses pembuatan box silinder yang terdiri dari :
 - a. Box bagian bawah samping kanan dan kiri yang diberi lubang untuk poros dan penyenter baut.
 - b. Box bagian atas samping kanan dan kiri
 - c. Box bagian depan atas dan bawah yang diberi engsel
 - d. Box bagian belakang bawah yang diberi lubang penyenter
 - e. Box bagian belakang
 - f. Penutup box
5. Pembentukan dudukan pisau dengan menggunakan bahan dari plat baja, yang terdiri dari :
 - a. Plat baja sebagai pisau pengupas
 - b. Plat dudukan penyetel dudukan pisau
 - c. Kanal penyearah pisau
6. Pembentukan cerobong dan dudukan silinder penyearah biji kopi antara lain :
 - a. Perakitan cerobong bagian samping kanan dan kiri serta depan dan belakang
 - b. Pembentukan dudukan silinder penyearah bagian depan dan belakang
 - c. Pembentukan dudukan silinder bagian samping dengan memberikan lubang untuk poros penyearah dan lubang dudukan *bearing*
7. Proses pembentukan rol atas, meliputi :
 - a. Poros

- b. Silinder penyeaarah
- 8. Perakitan dudukan bagian bawah, meliputi :
 - a. Proses perakitan kaki mesin
 - b. Proses perakitan dudukan gigi reduksi dan elektro motor
 - c. Pembentukan dan pengalasan cerobong bawah dengan kaki mesin agar kopi keluar dengan lancar.
- 9. Proses pendempulan dan pengamplasan
- 10. Proses pengecetan
- 11. Perakitan seluruh komponen mesin
- 12. Proses pengujian.

E. Unjuk Kerja Mesin Pengupas

Unjuk kerja mesin pengupas ini dilakukan untuk mengetahui hasil yang diperoleh setelah mesin tersebut jadi, agar mesin menjadi siap pakai seperti pada cara-cara berikut ini :

1. Kualitas pengupasan

Pengujian kualitas pengupasan dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

- a. Menjalankan mesin tanpa beban dengan putaran 1400 rpm.
- b. Memasukkan biji kopi dengan kapasitas 10 Kg untuk percobaan awal.
- c. Melakukan pengamatan dengan melihat banyaknya biji kopi yang terkupas dengan baik.

- d. Pengujian dilakukan dengan jarak pisau 5mm, 7mm dan 9mm dengan 1 kali pengujian setiap pisau dan variasi sudut 30^0 , 45^0 dan 60^0 .

2. Pengamatan

a. Kapasitas mesin

Kapasitas mesin pengupas adalah kemampuan mesin mengolah bahan persatuan berdasarkan pengujian yang dinyatakan dengan kg/jam.

b. Analisis ekonomi

1. Biaya

Biaya operasi meliputi biaya tetap dan tidak tetap dengan asumsi investasi yang digunakan adalah kredit bank. Bunga bank Biaya tetap (BT) dihitung dengan persamaan:

$$BT = D + I \dots\dots\dots(25)$$

$$D = (P-S)/N$$

$$I = (IR \times (P+S)) / 2$$

Jadi, biaya perjam dihitung sebagai berikut:

$$BTJ = BT / \text{jumlah jam pemakaian mesin pengupasan}$$

Dimana:

$$BTJ = \text{biaya perjam (Rp/jam)}$$

$$D = \text{biaya penyusutan alat (Rp/th)}$$

$$I = \text{bunga Bank (RP/th)}$$

$$P = \text{harga beli alat (Rp)}$$

- S = harga alat setelah N tahun (Rp)
 N = umur alat (tahun)
 IR = suku bunga bank tahunan (desimal)

Sedangkan biaya tidak tetap perjam:

$$BTTJ = F + L + R \dots\dots\dots(26)$$

Dimana :

- BTTJ = biaya tidak tetap perjam (Rp/jam)
 F = biaya listrik untuk menggerakkan motor (Rp/jam)
 L = biaya tenaga kerja (Rp/jam)
 R = biaya pemeliharaan dan perbaikan alat (Rp/jam)

Secara matematis, biaya total tersebut oleh Kotler dan Amstrong (2001) dirumuskan sebagai berikut :

$$TC/BPT = FC + VC \dots\dots\dots(27)$$

Dimana :

- TC = biaya total/*total cost*
 BPT = biaya produksi total/*total production cost*
 FC = biaya tetap/*fixed cost*
 VC = biaya variabel/*variable cost*

2. Titik impas

Dalam kondisi titik impas ketiga komponen tersebut diatas akan berlaku titik impas untuk unit sebagai berikut :

$$TC = FC + VC = FC + CX \dots\dots\dots(28)$$

Jika $TR = PX$

Maka $TR = TC$ atau $PX = FC + CX$

Perhitungan titik impas untuk nilai adalag sebagai berikut ini :

$$BEP = \frac{FC}{1 - \frac{VC}{P}}$$

Dimana :

TC = ongkos total untuk pembelian X produk

FC = ongkos tetap

VC = ongkos variabel untuk membuat X produk

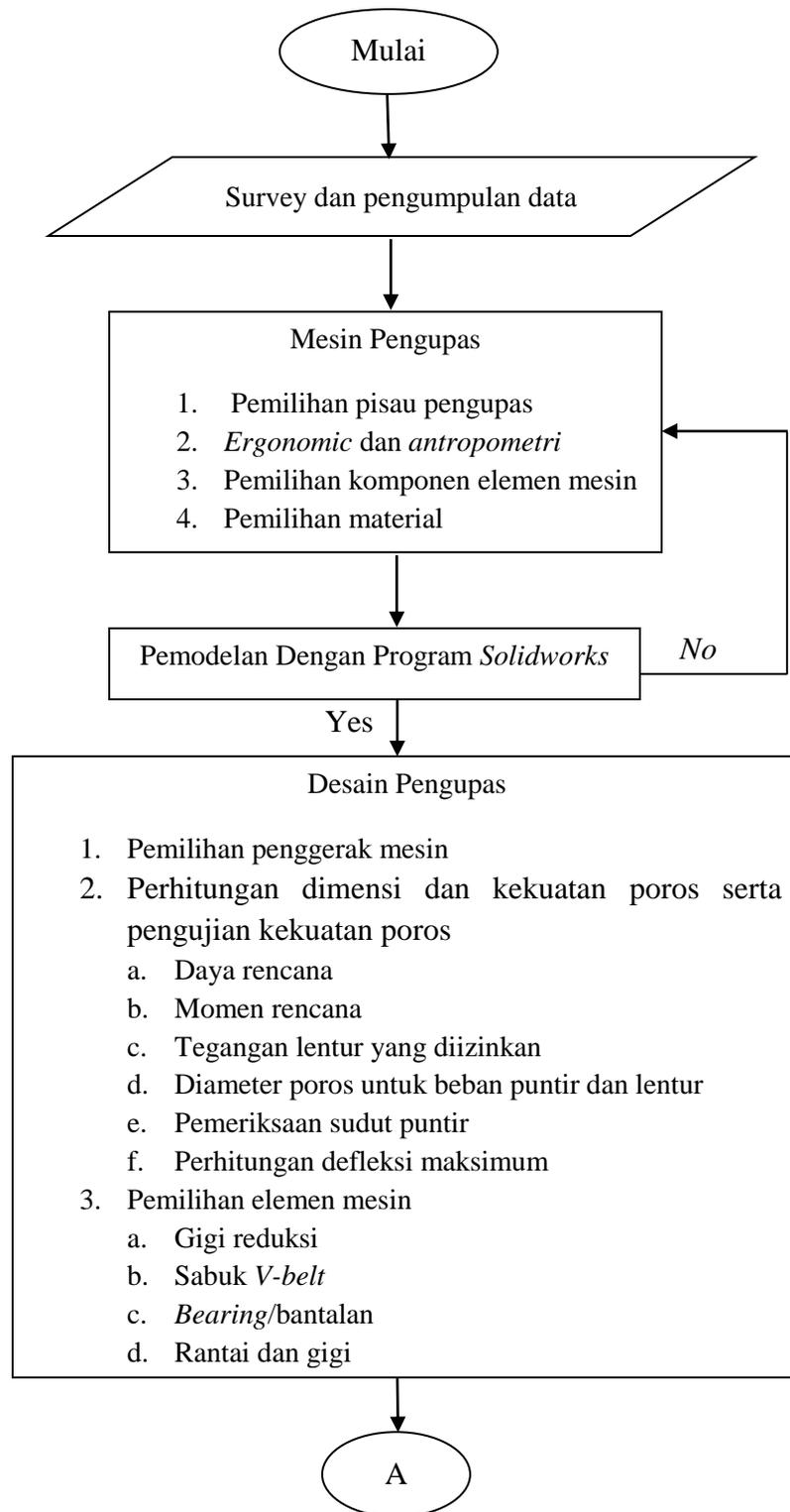
C = ongkos variabel untuk membuat 1 produk

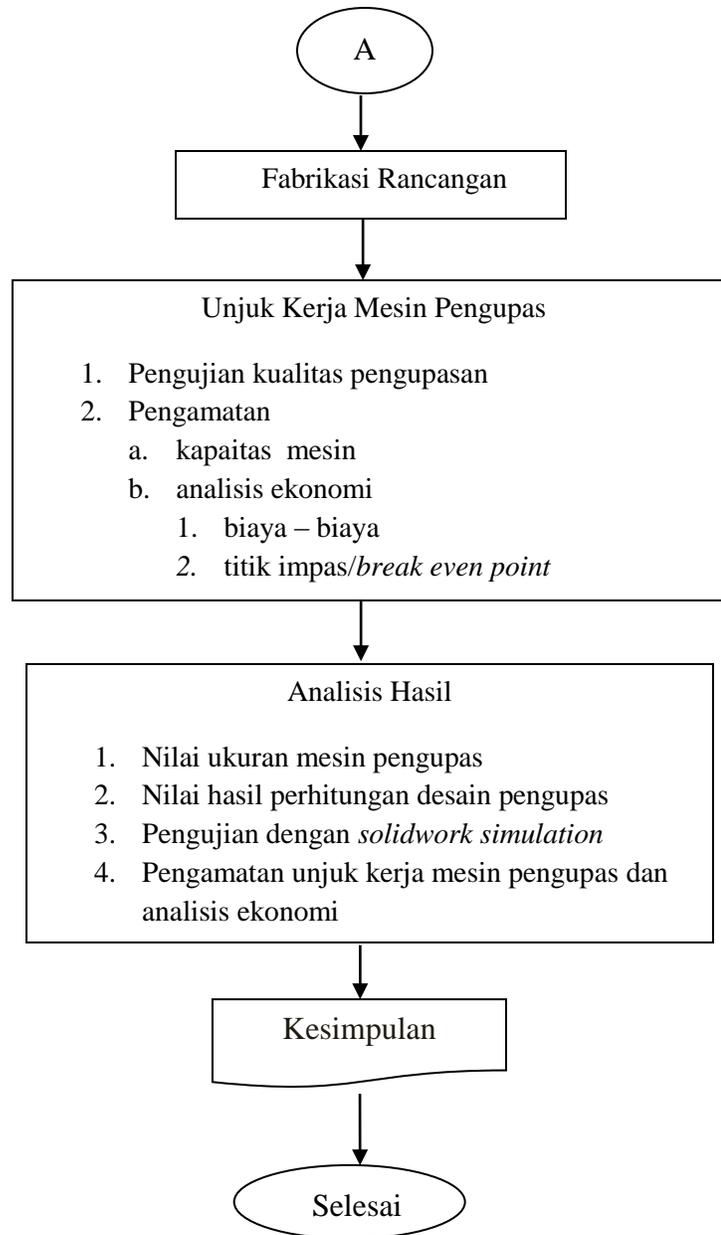
TR = total pendapatan dari penjualan X buah produk

P = harga jual persatuan produk

X = volume produksi

F. Diagram Alir Penelitian





Gambar 14. Diagram alir penelitian