

SKRIPSI

**REDESAIN MESIN PENGADUK UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS
PRODUKSI INDUSTRI RUMAH TANGGA GULA KELAPA**

(Studi Kasus di Industri Gula Kelapa Desa Tempursari,
Kecamatan Candimulyo, Kabupaten Magelang)



Disusun oleh :

AHMAD HAFIDH KURNIAWAN

16.0501.0029

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAGELANG

2021

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

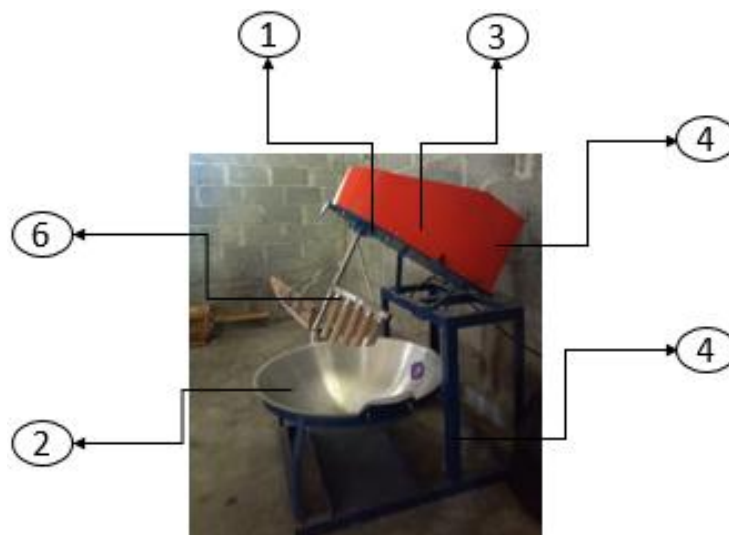
1. Spesifikasi mesin

Spesifikasi alat pengaduk adonan gula kelapa dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4. 1 spesifikasi alat pengaduk adonan gula kelapa

Spesifikasi	Keterangan
Kapasitas	28 Liter / Proses.
Dimensi	800 mm x 600 mm x 800 mm.
Penggerak	Electro Motor
Sistem Pengaduk	Pengaduk Kayu Model Garpu.
Material Kontak Produk	Stainless Steel Anti Karat Berstandar Food Grade.
Material Rangka	Besi Siku.
Tegangan Listrik	220 V.
Frekuensi Listrik	50 Hz / 60 Hz.
Daya Penggerak	Motor Listrik 1HP .
Pemanas	Tungku Api.
Bahan Bakar Pemanas	Gas



Berikut adalah desain pengaduk adonan gula kelapa yang ada di industri rumah tangga Desa Tempursari dapat dilihat pada Gambar 4.1:



Gambar 4. 1 Desain alat pengaduk adonan gula kelapa yang sudah ada
Komponen-komponen alat pengaduk adonan gula kelapa dan fungsinya dapat dilihat pada Tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4. 2 analisa komponen alat pengaduk adonan gula kelapa dan fungsinya

No.	Nama part	Gambar	Keterangan
1	Rangka mesin		Bahan rangka pada Mesin pengkristal gula jawa dipilih menggunakan besi baja profil L dengan ukuran 40mm x 40mm x 4mm.
2	Wajan atau tabung		Penggunaan wajan karena menggunakan bahan yang ada dan biasa dipakai berdiameter 60 cm
3	Pulley dan Belt		Berfungsi untuk menstransmisikan putaran mesin dari motor listrik ke bagian eksentrik.
4	Motor penggerak		Penggerak fungsinya sebagai sumber penggerak suatu mesin. Mesin yang digunakan mempunyai kapasitas 1HP

5	Rangka meja		Kerangka meja ini mempunyai dimensi 800mm x 600mm x 800mm yang terbuat dari rangkaian besi
6	Pengaduk		Pengaduk terbuat dari besi silinder untuk poros dan kayu kelapa untuk pengaduk bawah.

Dengan cara operasional mesin pengaduk adonan gula kelapa sebagai berikut:

- a. Persiapkan Alat Dan Bahan yang akan digunakan untuk membuat Gula Kelapa dari nira kelapa.
- b. Masukkan nira kelapa ke dalam wajan Kristalisator Gula Kelapa.
- c. Hidupkan Kompor (Tungku) Gas.
- d. Kemudian hidupkan juga penggerak Alat Pembuat Gula Kelapa.
- e. Pengaduk dari Kristalitor Gula Kelapa akan mulai mengaduk nira kelapa.
- f. Tunggu hingga nira kelapa masak dan berubah menjadi cairan kental dan lengket (seperti adonan, tapi lebih kental dan lengket sekali).
- g. Setelah nira kelapa masak seperti yang disebutkan di atas, maka anda dapat mematikan kompor pada Kristalitor Gula Kelapa. Tapi jangan matikan pengaduknya.
- h. Biarkan pengaduk Alat Pembuat Gula Kelapa bekerja sampai terbentuk rambut rambut Gula Kelapa dari hasil pengkristalan Gula Kelapa.
- i. Kemudian cetak cairan gula kelapa yang sangat kental dan lengket tersebut ke dalam cetakan (bisa batok / tempurung kelapa, ataupun cetakan jenis lainnya).
- j. Kemudian biarkan hingga Gula Kelapa keras dan siap untuk dipasarkan.

2. Analisa teknis mesin pengaduk

Analisa teknik mesin pengaduk ini terdiri dari analisa daya motor, analisa beban puntiran, analisa kecepatan mesin. penggunaan energi pada mesin pengaduk gula kelapa ini dapat dihitung pada gaya, daya dan torsi yang terjadi pada mesin. Untuk Analisa Teknik mesin pengaduk, dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Diketahui:

Tabel 4. 3 analisa teknik mesin pengaduk

Lambang	Nama	Keterangan
m	Masa nira / bahan baku gula	28 kg
a	Grafitasi	9.8 m/s ²
r	Jari-jari pengaduk	0.3 m
n	Putaran output pada pengaduk	57 rpm (yang diinginkan)

a. Gaya akibat beban nira

$$F = M \times a \text{ (gravitasi)}$$

$$F = 28 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$F = 274,4 \text{ N}$$

b. Torsi

$$T = F \times r$$

$$T = 274,4 \text{ N} \times 0.3 \text{ M}$$

$$T = 82,3 \text{ Nm}$$

c. Daya

$$p = \frac{T \times n}{5250 \text{ (konstanta)}}$$

$$p = \frac{88,2 \times 57}{5250}$$

$$p = 0,9576$$

Jadi motor yang digunakan dayanya harus ≥ 0.9576 HP dan motor yang digunakan adalah motor 1 phase dengan daya 1 HP.

1). Analisa beban puntiran poros pengaduk

Untuk analisa beban puntiran dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Diketahui :

Tabel 4. 4 Analisa beban puntiran poros pengaduk

Nama	Lambang	Keterangan
Daya motor	p	1 HP = 0.75 Kw
Faktor koreksi	fc	1
Daya rencana		0.75 Kw
Kecepatan poros pengaduk	n	57 rpm (yang diinginkan)

Maka, Rumus mencari torsi:

$$T = 9.74 \times 10^5 \frac{p}{n \text{ poros}}$$

$$T = 9.74 \times 10^5 \frac{0,75}{57}$$

$$T = 12815,8 \text{ kgmm}$$

T adalah momen puntir rencana

Bahan poros yang digunakan adalah staintlees steel AISI 316, karena jenis material ini tidak menyebabkan karat dan bahaya bagi industri makanan.

2). Analisa kecepatan mesin

Untuk analisa kecepatan mesin dapt dilihat pada Tabel 4.5

Diketahui :

Tabel 4. 5 Analisa kecepatan mesin

Nama	Lambang	Keterangan
Putaran pulley 1 (penggerak)	n1	1400 rpm
Putaran pulley 2 (yang di gerakan)	n2	400 rpm
Diameter pulley 1	d1	2 inch = 50,8 mm
Diameter pulley 2	d2	7 inch = 177,8 mm
Diameter pulley 3	d3	2 inch = 50,8 mm
Diameter pulley 4	d4	14 inch = 355,6 mm

a). Analisa transmisi pulley 1.

Rumus:

$$n1.d1 = n2.d2$$

$$n_2 = \frac{n_1 \cdot d_1}{d_2}$$

$$n_2 = \frac{1400 \times 50,8}{177,8}$$

$$n_2 = 400 \text{ rpm}$$

$n_2 = n_3$ karena satu poros, jadi kecepatannya sama.

b). Analisa transmisi pulley 2.

Rumus:

$$n_3 \cdot d_3 = n_4 \cdot d_4$$

$$n_4 = \frac{n_3 \cdot d_3}{d_4}$$

$$n_4 = \frac{400 \times 50,8}{355,6}$$

$$n_4 = 57 \text{ rpm}$$

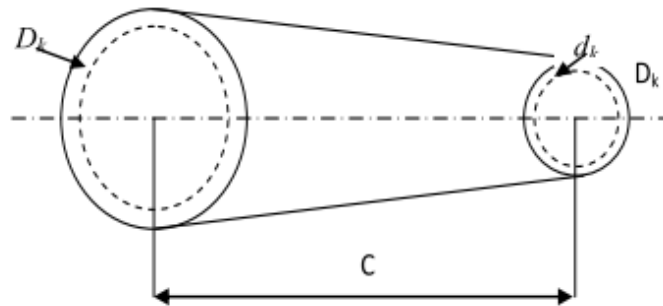
Hasil perhitungan transmisi pada masing-masing pulley dapat dilihat pada Tabel 4.4 Sebagai berikut:

Tabel 4. 6 Perhitungan transmisi pulley

No pulley	Hasil perhitungan
1	1400
2	400
3	400
4	57

c). Analisa sabuk v (*v-belt*)

Transmisi sabuk-V, digunakan untuk mereduksi putaran dari $n_1 = 1400$ rpm menjadi $n_4 = 57$ rpm. Mesin pengkristal gula jawa mempunyai variasi beban sedang dan diperkirakan mesin akan bekerja setiap 2-4 jam tiap hari, sehingga waktu koreksinya, yaitu 1,3 (Yunanto, 2012). Proses perencanaan dan perhitungan sabuk-V dapat diamati pada Gambar 4.2 berikut:



Gambar 4. 2 Keterangan rumus perhitungan sabuk-v

3). Analisa v-belt pada pulley 1-2

Diketahui:

Tabel 4. 7 Analisa v-belt pada pulley 1-2

Nama	Lambang	Keterangan
Daya motor	p	0.75 kw
Putaran pulley 1 (penggerak)	n1	1400 rpm
Putaran pulley 2 (yang di gerakan)	n2	400 rpm
Diameter pulley 1	d1	2 inch = 50,8 mm
Diameter pulley 2	d2	7 inch = 177,8 mm

a) Kecepatan keliling (V_p)

$$V_p = \frac{\pi \times d_1 \times n_1}{60 \times 100}$$

$$V_p = \frac{\pi \times 50,8 \text{ mm} \times 1400 \text{ rpm}}{6000}$$

$$V_p = 3,72 \text{ m/s}$$

Perhitungan untuk menentukan kekuatan dan jenis belt, meliputi :

b) Gaya keliling belt (f):

Rumus:

$$F = \frac{102 \times P}{V_p} = \frac{102 \times 0,75 \text{ kw}}{3,72 \text{ m/s}} = 20,5 \text{ kgf} = 201 \text{ N}$$

c) Tegangan belt (k)

Rumus:

$$K = 2\varphi \times \sigma_0$$

Keterangan : φ = faktor tarikan v-belt = 0,7 (terapan)

: σ_0 = tegangan mula-mula v-belt = 12 kgf/cm²
(terapan)

$$\text{Maka, } K = 2 (0,7) \times 12 \text{ kgf/cm}^2 = 16,8 \text{ kgf/cm}^2$$

Dari tegangan yang timbul karena beban tersebut, maka dapat dicari luasan

penampang belt sebagai berikut:

d) Luasan belt

Rumus:

$$z \times A = \frac{F_{max}}{K} = \frac{20,5 \text{ kgf}}{16,8 \text{ kgf}} = 1,2 \text{ cm}^2$$

Tabel 4. 8 Tipe luas belt B

Tipe penampang	O	A	B	C	D	E	F
Luas penampang A (cm ²)	0,5	0,8	1,4	2,3	4,8	7,0	11,7
Tinggi Belt (h)	5,0	8,0	10,5	13,5	19,0	23,5	30,0

(Kusnandar, 2017)

Menurut dari tabel maka, tipe v-belt yang akan dipilih adalah type B.

e). Jarak sumbu poros pulley 1-2

Rumus:

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(db - dk)^2}}{8}$$

Tabel 4. 9 Jarak sumbu poros pulley 1-2

Nama	Lambang	Keterangan
Diameter pulley besar	db	177,8 mm
Diameter pulley kecil	dk	50,8 mm
Panjang sabuk belt yang ada dipasaran	L	1318 mm

Maka,

$$b = 2L - 3,14(db + dk)$$

$$b = 2 \times 1318 - 3,14(177,8 - 50,8)$$

$$b = 1918 \text{ mm}$$

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(db - dk)^2}}{8}$$

$$C = \frac{1918 + \sqrt{1918^2 - 8(177,8 - 50,8)^2}}{8}$$

$$C = 475,5 \text{ mm}$$

f). Panjang keliling belt

Rumus:

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(dk + db) + \frac{1}{4C}(dk + db)^2$$

$$L = 2 \times 475,5 + \frac{\pi}{2}(50,8 + 177,8) + \frac{1}{4 \times 475,5}(177,8 - 50,8)^2$$

$$L = 1318$$

Maka benar jika pulley yang digunakan berdiameter sebesar 177,8 dan 50,8 panjang belt yang digunakan adalah 1318 mm dan luas penampang belt tipe B dengan jarak sumbu poros belt 475,5 mm.

4) Analisa v-belt pada pulley 3-4

Diketahui:

Tabel 4. 10 Analisa v-belt pada pulley 3-4

Nama	Lambang	Keterangan
Daya motor	p	0.75 kw
Putaran pulley 3 (penggerak)	n3	400 rpm
Putaran pulley 4 (yang di gerakan)	n4	57 rpm
Diameter pulley 3	d3	2 inch = 50,8 mm
Diameter pulley 4	d4	14 inch = 355,6 mm

a) Kecepatan keliling (V_p)

$$V_p = \frac{\pi \times d_3 \times n_3}{60 \times 100}$$

$$V_p = \frac{\pi \times 50,8 \text{ mm} \times 400 \text{ rpm}}{6000}$$

$$V_p = 1,06 \text{ m/s}$$

Perhitungan untuk menentukan kekuatan dan jenis belt, meliputi :

b) Gaya keliling belt (F):

Rumus:

$$F = \frac{102 \times P}{V_p} = \frac{102 \times 0,75 \text{ kw}}{1,06 \text{ m/s}} = 72,1 \text{ kgf} = 707 \text{ N}$$

c) Tegangan belt (K)

Rumus:

$$K = 2\phi \times \sigma_0$$

Keterangan : ϕ = faktor tarikan v-belt = 0,7 (terapan)

: σ_0 = tegangan mula-mula v-belt = 12 kgf/cm²
(terapan)

$$\text{Maka, } K = 2 (0,7) \times 12 \text{ kgf/cm}^2 = 16,8 \text{ kgf/cm}^2$$

Dari tegangan yang timbul karena beban tersebut, maka dapat dicari luasan

penampang belt sebagai berikut:

d) Luasan belt

Rumus:

$$z \times A = \frac{F_{max}}{K} = \frac{72,1 \text{ kgf}}{16,8 \text{ kgf}} = 4,2 \text{ cm}^2$$

Tabel 4. 11 Tipe luas belt D

Tipe penampang	O	A	B	C	D	E	F
Luas penampang A (cm ²)	0,5	0,8	1,4	2,3	4,8	7,0	11,7
Tinggi Belt (h)	5,0	8,0	10,5	13,5	19,0	23,5	30,0

(Kusnandar, 2017)

Menurut dari tabel maka, tipe V-belt yang akan dipilih adalah type D.

e) Jarak sumbu poros pulley 3-4

Rumus:

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(db - dk)^2}}{8}$$

Tabel 4. 12 Jarak sumbu poros pulley 3-4

Nama	Lambang	Keterangan
Diameter pulley besar	db	355,6 mm
Diameter pulley kecil	dk	50,8 mm
Panjang sabuk belt yang ada dipasaran	L	1938 mm

Maka,

$$b = 2L - 3,14(db + dk)$$

$$b = 2 \times 1938 - 3,14(355,6 + 50,8)$$

$$b = 2600 \text{ mm}$$

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(db - dk)^2}}{8}$$

$$C = \frac{2600 + \sqrt{2600^2 - 8(355,6 - 50,8)^2}}{8}$$

$$C = 631,6 \text{ mm}$$

f) Panjang keliling belt

Rumus:

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(dk+db) + \frac{1}{4C} (dk+db)^2$$

$$L = 2 \times 631,6 + \frac{\pi}{2} (50,8+355,6) + \frac{1}{4 \times 631,6} (355,6-50,8)^2$$

$$L = 1938 \text{ mm}$$

Maka benar jika pulley yang digunakan berdiameter sebesar 355,6 dan 50,8 panjang belt yang digunakan adalah 1938 mm dan luas penampang belt tipe D dengan jarak sumbu poros belt 631,6 mm.

3. Analisa produktivitas dan ekonomi

Analisa produktivitas dan ekonomi pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui nilai ekonomi setelah dilakukan redesain alat. Analisa ekonomi meliputi kebutuhan bahan baku setiap pengolah gula kelapa kebutuhan bahan-bahan lainnya berasal dari pohon yang dideres/disadap sendiri sehingga mengenai perputaran keuntungan yang diperoleh tergantung kemampuan dan percepatan si pengrajin dalam melakukan produksi gula kelapa tersebut. Selain nira bahan-bahan yang juga dianggap penting dalam produksi gula kelapa terdiri dari bahan bakar (gas), peralatan (mesin pengaduk adonan), dan perlengkapan (jirigen, ember, pisai, saringan, wajan, dan cetakan).

Sebelum diredesain dalam sekali masak menggunakan alat pengaduk adonan gula kelapa ini nira yang dapat dimasak sebanyak 28 liter dan menghasilkan gula cetak sebanyak 14 kg. Lama waktu proses produksi dari nira hingga siap dicetak membutuhkan 2-4 jam tergantung bahan bakar yang digunakan untuk memasak. Jika menggunakan bahan bakar gas LPG untuk memasak 28 liter nira cukup hanya dengan 2 jam waktu proses produksi. Akan tetapi untuk memasak nira tersebut menghabiskan 2 tabung gas berukuran 3 kg. Biaya produksi gula kelapa dalam sekali masak dapat dilihat pada Tabel 4.17. Namun sebelum menghitung biaya produksi harus menghitung biaya upah tenaga kerja terlebih dahulu dengan menggunakan *labor hour rate* seperti pada Tabel 4.16 sebagai berikut:

Tabel 4. 13 Labor hour rate

UMK/HK/JK = Labor Hour Rate	
UMK Kab Magelang	Rp 2.042.200,-
Hari Kerja	24 hari
Jam Kerja Produktif	6,66
Labor Hour Rate	$2.042.200 / 24 / 6,66$ = Rp 12.776,52

Untuk mengetahui biaya produksi gula kelapa dalam sekali masak penelitian ini menggunakan data biaya variabel seperti pada Tabel 4.17 berikut:

Tabel 4. 14 Biaya variabel produksi gula kelapa sekali masak sebelum redesain

No	Komponen	Biaya (Rp)
1	Bahan baku nira @28 liter x Rp4.000	112.000,-
2	Tenaga kerja @4jam x Rp 12.776,52	51.106,-
3	Energi listrik (1 jam)	1.014,-
4	Bahan bakar (gas) @2 tabung x Rp20.000	40.000,-
jumlah		Rp 214,120,-

Dan pendapatan sekali masak sebelum redesain dapat dilihat pada Tabel 4.18 sebagai berikut:

Tabel 4. 15 Pendapatan gula kelapa sekali masak

No	Perkilo	Harga jual (Rp)
1	1 kg gula	15.000,-
Jumlah @14kg x 15.000,-		Rp 210.000,-

Setelah diredesain karena menggunakan wajan yang berukuran 70cm dalam sekali masak menggunakan alat pengaduk adonan gula kelapa ini nira yang dapat dimasak sebanyak 34 liter dan menghasilkan gula cetak sebanyak 17 kg dengan energi dan lama produksi yang digunakan masih sama. Untuk perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.19 berikut:

Tabel 4. 16 Biaya variabel produksi gula kelapa sekali masak setelah redesain

No	Komponen	Biaya (Rp)
1	Bahan baku nira @34 liter x Rp4.000	136.000,-
2	Tenaga kerja @4jam x Rp 12.776,52	51.106,-
3	Energi listrik (1 jam)	1.014,-
4	Bahan bakar (gas) @2 tabung x Rp20.000	40.000,-
jumlah		Rp 228,120,-

Dan pendapatan sekali masak setelah redesain dapat dilihat pada Tabel 4.20 sebagai berikut:

Tabel 4. 17 Pendapatan gula kelapa sekali masak

No	Perkilo	Harga jual (Rp)
1	1 kg gula	15.000
Jumlah @17kg x 15.000		Rp 255.000,-

B. Pembahasan

Mesin pengaduk adonan gula kelapa yang digunakan para pengrajin gula kelapa di Desa Tempursari, Kecamatan Candimulyo, Kabupaten Magelang selama ini berdasarkan hasil evaluasi ternyata belum optimal. Hal tersebut dapat dilihat dari:

1. Kecepatan poros mesin pengaduk adonan gula kelapa terlalu cepat sehingga dapat menyebabkan adonan gula kelapa tercecer mengakibatkan output hasil produksi tidak maksimal
2. Produktivitas rendah dapat dilihat pada hasil produksi dan analisa ekonomi, sebelum alat dilakukan penyesuaian dan redesain penghasilan para pengrajin gula kelapa sangat minim bahkan mengalami kerugian.

Setiap industri baik besar maupun kecil ingin mempertahankan usahanya. Untuk bertahan menghadapi persaingan yang kompetitif perusahaan harus memperbaiki dari sisi internal, salah satunya dengan meningkatkan produktivitas. Karena dengan hal ini akan menjadikan perusahaan semakin berkembang. Produktivitas merupakan gambaran capaian perusahaan. Yang mampu memberikan gambaran mengenai hubungan output dan input yang digunakan untuk menghasilkan output (Bahrudin & Wahyuni, 2018).

Kendala perusahaan dalam meningkatkan produktivitas di rantai produksi umumnya dipengaruhi oleh penggunaan sumber daya yang tidak tepat selama kegiatan produksi berlangsung. Untuk itu, diperlukan adanya pengukuran produktivitas di rantai produksi (Andry et al., 2018). Dengan melakukan pengukuran produktivitas ini perusahaan mampu mengetahui tingkat produktivitas yang selama ini telah dicapai dan dapat digunakan sebagai landasan perencanaan masa depan perusahaan. Sehingga, perusahaan dapat melakukan evaluasi terhadap faktor-faktor yang memengaruhi perubahan produktivitas dari perusahaan (Tania & Ulkhaq, 2016)

Selanjutnya setelah dianalisis biaya produksi dan dibandingkan dengan keuntungan yang diperoleh pengrajin, maka pada mesin pengaduk gula kelapa ini mempunyai kelemahan dan kelebihan masing-masing sebelum dan sesudah di redesain. Dapat dilihat pada Tabel 4.21 berikut:

Tabel 4. 18 Perbedaan desain lama dan desain baru

Desain lama	Desain baru
	
<p>Kelebihan :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lebih ringan 	<p>Kelebihan:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Kapasitas lebih besar (34 liter) ✓ Output produksi lebih besar ✓ Kecepatan lebih lambat (57 rpm)
<p>Kekurangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Kapasitas sedikit (28 liter) ✓ Output produksi lebih sedikit ✓ Putaran pengaduk terlalu cepat (1400 rpm) 	<p>Kekurangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lebih berat

Setelah diredisain, mesin pengaduk adonan gula kelapa mengalami sejumlah perubahan yaitu:

1. Penambahan sistem transmisi dengan menggunakan *v-belt* dan *pulley* yang berfungsi untuk mengurangi kecepatan putar pisa poros pengaduk agar adonan gula kelapa tidak tercecer.
2. Penambahan kapasitas produksi sehingga produktivitas meningkat dan penghasilan pengrajin gula kelapa lebih maksimal.

Jadi, redesain memang bertujuan untuk menghasilkan peralatan kerja yang nyaman digunakan, meminimalkan biaya produksi, dan memaksimalkan keuntungan. Redesain pada penelitian ini, dengan menerapkan system transmisi, diestimasikan dapat menurunkan kecepatan putaran pengaduk.

Seperti penelitian yang dilakukan oleh (Pristadi, 2011). Dimana redesain teknis dengan penerapan system transmisi pada mesin mampu untuk menurunkan kecepatan. Dapat dilihat bahwa dalam putaran input dari motor listrik mengalami penurunan. Hal itu disebabkan karena adanya variasi pembebanan pada output. Yang mengakibatkan putaran semakin rendah.