

OTOMATISASI MESIN PENGGORENGAN KRUPUK PASIR BEDA RASA DALAM UPAYA PENINGKATAN PRODUKSI DAN EFFISIENSI BAHAN BAKAR PADA UMKM KRUPUK PASIR UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA

Ponidi¹, Tining Haryanti², Betty Ariani³

¹Universitas Muhammadiyah Surabaya

ponidi@ft.um-surabaya.ac.id, tining.haryanti@ft.um-surabaya.ac.id, betty.ariani@ft.um-surabaya.ac.id

Abstract

One of the obstacles in the production of crackers is related to the manual cracker frying machine using firewood as the heat source for the cracker fryer, there is no temperature regulation so that it often overheats and reduces the quality of the fried crackers. The very high room temperature and the smoke from the wood-fired stove meant that not many workers survived. Seeing the existing phenomena and based on observations, it is felt that efforts are needed to improve the operational system and the performance of the sand cracker production unit. The use of human power to rotate the furnace will be replaced by an automatic control system using electrical energy via an electromotor. In addition, the replacement of wood fuel with gas fuel is carried out so that it is cleaner, equipped with controlled temperatures. The cracker frying chamber can have a relatively lower temperature and is free of smoke or soot from firewood. The temperature of the drum of the cracker sand fryer is installed with a sensor as a means of controlling the size of the temperature using an electronic control unit (ECU), thereby obtaining a truly ideal temperature for frying. By automating the frying machine there is an increase in the average frying time and quality. an average of 31.19% and an increase in production capacity of 36.67%. Meanwhile, fuel consumption has an efficiency of 28%.

Keywords: *Frying machine, Sand Crackers, Productivity, microcontroller*

Abstrak

Salah satu yang menjadi kendala dalam proses produksi krupuk pasir adalah terkait mesin penggoreng krupuk pasir masih manual dengan menggunakan kayu bakar sebagai sumber panas mesin penggoreng krupuk, tidak adanya pengaturan suhu sehingga kerap kali overheat dan menurunkan mutu kerupuk yang digoreng. Suhu ruang yang sangat tinggi dengan asap pembakaran dari tungku dengan bahan bakar kayu menjadikan tidak banyak tenaga kerja yang bertahan. Melihat fenomena yang ada dan berdasarkan observasi maka dirasakan perlu upaya perbaikan dalam sistem operasional dan kinerja unit produksi krupuk pasir. Pemakaian tenaga manusia untuk memutar tungku akan digantikan dengan sistem control otomatis menggunakan energi listrik melalui electromotor. Selain itu dilakukan penggantian bahan bakar kayu menjadi bahan bakar gas sehingga lebih bersih dilengkapi dengan temperatur terkontrol. Ruang penggoreng krupuk bisa relatif lebih rendah temperaturnya serta bebas dari asap maupun jelaga kayu bakar. Temperatur drum ruang penggoreng krupuk pasir dipasang sensor sebagai sarana pengontrol besar kecilnya temperature dengan menggunakan elektronik control unit (ECU), dengan demikian akan diperoleh besaran temperatur yang benar-benar ideal dalam penggorengan. Dengan melakukan otomatisasi mesin penggorengan terdapat peningkatan waktu dan kualitas penggorengan rata-rata sebesar 31,19 % dan peningkatan kapasitas produksi sebesar 36,67%. Sedangkan pemakaian bahan bakar ada efisiensi sebesar 28 %.

Kata Kunci: *Mesin penggorengan, Krupuk Pasir, Produktivitas, mikrokontroller*

1. PENDAHULUAN (Introduction)

UMKM mempunyai peranan penting dalam pemulihan ekonomi secara langsung dan cepat, karena dalam beberapa kondisi perekonomian sulit sekalipun telah terbukti mampu bertahan dan bangkit lebih cepat. Tentu saja terobosan – terobosan dan inovasi teknologi untuk peningkatan produksi maupun perbaikan kualitas dirasakan penting untuk digagas dan didukung banyak pihak agar target capaian segera terpenuhi. Kabupaten nganjuk adalah salah

satu sentra UMKM kerupuk pasir, meskipun UMKM kerupuk pasir ini tidak terpengaruh dengan kenaikan harga minyak goreng, masih terdapat beberapa kendala yang cukup mengganggu produktifitas seperti permasalahan sumber daya manusia, dimana UMKM justru mengalami kesulitan dalam mendapatkan tenaga kerja. Hal ini dapat dipahami karena memang bekerja di dapur penggorengan kerupuk pasir sangat melelahkan dan tidak nyaman. Hawa panas dan asap dari tungku penggorengan sangat tidak nyaman bagi manusia yang bekerja disekitarnya. Selain itu permasalahan juga timbul dari proses produksi yang memakan waktu, proses tungku manual dengan ketelitian pada pengaturan panas pasir secara subyektif menjadikan kualitas kerupuk juga tidak stabil. Perlu diketahui pemutaran tungku secara manual menjadikan pekerja memerlukan tenaga yang cukup dan melelahkan. Kendala – kendala teknis seperti ini yang kemudian mengurangi produktifitas kerja dan kualitas kerupuk itu sendiri. Berdasarkan kendala dan hasil observasi yang dilakukan di lapangan maka beberapa hal akan disolusikan melalui modernisasi penggorengan yang diharapkan dapat meningkatkan produktifitas kerupuk dan kesejahteraan pengusaha UMKM pada khususnya.

Adapun modifikasi yang akan dilakukan adalah:

1. Melakukan perubahan pada pengaturan putaran tungku yang awalnya manual dengan tangan menjadi modern dengan bantuan elektromotor menggunakan energi listrik.
2. Perubahan bahan bakar dari kayu bakar menjadi gas elpiji sehingga ruangan dapur menjadi lebih nyaman, tidak terlalu panas, bersih dan bebas debu asap kayu pembakaran.
3. Temperatur penggorengan dibuat otomatis dengan mikrokontroler sehingga tercapai suhu optimal dan tidak terjadi lagi overheat yang merugikan kualitas kerupuk.
4. Sebelum modernisasi pengaturan suhu dibuat secara manual dengan penambahan pasir basah maka pasca modernisasi alat penggorengan akan dikontrol suhunya melalui mikrokontroler yang secara otomatis melakukan pengurangan jumlah gas melalui solenoid valve sebagai kontroler jumlah gas sebelum menuju burner penggorengan.

2. TINJAUAN LITERATUR (*Literature Review*)

Kerupuk yang banyak kita temui dipasaran kebanyakan menggunakan minyak sebagai media goreng. Sehingga pada saat kemarin terjadi kelangkaan ataupun lonjakan harga minyak goreng sangat berpengaruh pada kelangsungan produksinya. Berbeda halnya dengan kerupuk unik asal Nganjuk ini, yaitu kerupuk pasir. Kerupuk jenis ini digoreng dengan menggunakan media pasir tanpa minyak sama sekali, sehingga memiliki beberapa keunggulan seperti rasanya yang lebih renyah, tidak mudah tengik, dan tentu saja lebih sehat. Satu lagi yang terpenting adalah tidak terpengaruh dengan naik turunnya harga minyak goreng yang selalu fluktuatif.

Salah satu yang menjadi kendala dalam proses produksi kerupuk pasir adalah terkait mesin penggoreng kerupuk pasir masih manual dengan menggunakan kayu bakar sebagai sumber panas mesin penggoreng kerupuk, tidak adanya pengaturan suhu sehingga kerap kali overheat dan menurunkan mutu kerupuk yang digoreng. Suhu ruang yang sangat tinggi dengan asap pembakaran dari tungku dengan bahan bakar kayu menjadikan tidak banyak tenaga kerja yang bertahan. Melihat fenomena yang ada dan berdasarkan observasi maka dirasakan perlu upaya perbaikan dalam sistem operasional dan kinerja unit produksi kerupuk pasir. Pemakaian tenaga manusia untuk memutar tungku akan digantikan dengan sistem control otomatis menggunakan energi listrik melalui electromotor. Selain itu direncanakan dilakukan

penggantian bahan bakar kayu menjadi bahan bakar gas sehingga lebih bersih dengan temperatur terkontrol. Ruang penggoreng krupuk bisa relatif lebih turun temperaturnya serta bebas dari asap maupun jelaga kayu bakar. Temperatur drum ruang penggoreng krupuk pasir dipasang sensor sebagai sarana pengontrol besar kecilnya temperature dengan menggunakan *elektronik control unit (ECU)* (Steven, 2015) dengan demikian akan diperoleh besaran temperatur yang benar-benar ideal dalam penggorengan, apabila temperature sudah memenuhi besaran yang ditentukan sensor akan memberikan sinyal secara otomatis ke panel ECU dan besaran jumlah gas akan diatur menggunakan *solenoid valve* yang akan mengontrol volume gas yang mengalir dan masuk ke dalam burner mesin penggoreng krupuk .



Gambar 1. Mesin Penggoreng krupuk manual UMKM Beda Rasa Nganjuk



Gambar 2. Team Pengabdian pada mesin penggorengan krupuk sebelum redesign



Gambar 3. Proses produksi Mesin penggorengan awal manual dan bahan bakar Kayu

Setelah melakukan observasi dilapangan yang dilakukan terhadap UMKM krupuk pasir beda rasa di Dusun Sumbergayu Desa Klurahan kecamatan Ngronggot kabupaten Nganjuk diperoleh data awal sebagai berikut :

- a. Ukuran diameter krupuk pasir beda rasa sebelum di goreng / krecek sebesar 8 cm dan setelah dilakukan penggorengan menjadi 8,5 cm .
- b. Krupuk pasir beda rasa tanpa ditambahkan bahan pengembang.
- c. Ukuran Volume penggorengan paling ideal adalah 1/3 dari volume tabung agar kematangan krupuk optimal dan pasir tidak tumpah keluar dari drum penggorengan.
- d. Kapasitas Mesin penggorengan manual sebesar 25 Kg
- e. Bahan bakar menggunakan Kayu

Daya Motor

Menurut (Sularso, 2004), untuk meminimalisir tenaga manusia dapat dipergunakan elektromotor sebagai pengganti penggerak sepenuhnya pada sistem penggorengan kerupuk pasir ini. Elektromotor ini berfungsi sebagai sumber daya atau energi dari mesin melalui *speed reducer* yang ditransmisikan melalui rantai. Adapun sumber penggerak utama adalah *sprocket* yang terpasang di poros dan *speed reducer* tersebut. Besarnya daya motor penggerak supaya mampu menggerakkan drum menurut (Sularso S. K., 1997):

$$P(Hp) = \frac{T(Lbf.ft) \times n(Rpm)}{5252} \dots\dots\dots 1)$$

Dimana:

- P = daya motor penggerak
- T = Momen Torsi
- n = Putaran (rpm)

Gear box /Reducer

Secara fungsi Reducer diperlukan sebagai media untuk mengurangi atau menurunkan rasio Rpm elmot yang dalam operasionalnya digerakkan menggunakan penghubung tali sabuk

.Rasio input dan output pada gear box(reducer) ini sebesar 1 : 15. Elmot yang dipergunakan sebagai penggerak 0.5 Hp. Putaran masuk poros gear box (reducer) menurut, (Sularso S. K., 1997):

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_p}{d_p} \dots\dots\dots 2)$$

Dimana :

- n₁ = Putaran elmot (Rpm)
- n₂ = Putaran output gearbox(reducer) (Rpm)
- D_p = Diameter puli gearbox(reducer) (mm)
- d_p = Diameter puli elmot (mm)

Besaran putaran output gearbox (output gearbox) :

$$n \text{ gearbox} = \frac{n_2}{\text{perbandingan putaran gearbox}} \dots\dots\dots 3)$$

Rantai dan Sprocket

Ukuran Rantai Rol

Penggunaan rantai rol memiliki kelebihan berupa harganya yang murah dengan tanpa adanya pembatasan bunyi. Rantai rol dipergunakan saat dibutuhkan positive transmission yaitu transmisi tiada slip dengan putaran yang sama antara pemutar dan yang diputar 600 m/menit. Rantai rol terdiri atas beberapa komponen seperti roll,pen,dan bushing berbahan baja Chromom atau baja karbon tinggi dengan hardening. Chain & rol dengan single chain lebih sering dipergunakan dibandingkan dengan yang lain. Penggunaan spesifik untuk transmisi beban berat memerlukan rangkaian multi chain hingga dua atau tiga rangkaian Chain.

Dalam melakukan perhitungan torsi digunakan persamaan rasio antara luaran daya motor terhadap *angular velocity* yang dihasilkan elektromotor.

$$Mt = 974.000 \frac{P_d}{n} \dots\dots\dots 4)$$

Dimana :

- T = Momen Torsi (kgf.mm)
- P_d = Daya rencana (kilo Watt)
- n = Putaran permenit (rpm)

Diameter Sprocket

Dalam proses menghitung diameter sprocket apabila ternyata sprocket berputar kearah kiri atau CCW menggunakan perumusan didapatkan sebagai berikut:

$$d = \frac{p}{\sin\left(\frac{180^\circ}{N_t}\right)} \dots\dots\dots 5)$$

(Sularso S. K., 1997)

Dimana:

d = Diameter sprocket (mm)

p = Pitch (mm)

N = Jumlah gigi sprocket

Dari perumusan diatas didapatkan kesimpulan bahwa sprocket dengan jumlah gigi lebih banyak memberikan hasil yang lebih baik dipergunakan pada sprocket penggerak(driver). Tetapi dalam realisasi dilapangan justru lebih banyak lebih mementingkan keuntungan yang lebih besar sehingga sprocket dihitung dengan jumlah lebih kecil untuk mendapatkan keuntungan yang sebesar-besarnya .

Poros

ASME memberikan rekomendasi perumusan perhitungan diameter poros dengan mengingat ragam jenis beban, sifat beban dan lain – lain. Dalam perumusan ASME besarnya tegangan lelah puntir material sekitar 18% x tegangan tarik σ_b dan dari table material untuk bahan S 40 CD didapat faktor koreksi Sf_1 sekitar 6,0.

Besaran *correction factor* (sf) bisa dilihat dalam tabel dan nilainya akan sangat tergantung dari banyak factor dan tidak hanya tergantung dari jenis pembebanan.

Untuk memasukkan factor koreksi pada poros yang diberi alur pasak atau dibuat bertingkat dinyatakan dalam range nilai *Corection factor* (Sf_2) = 1.3 sampai dengan 3.0. Dengan demikian untuk menghitung besaran τ_a menggunakan :

$$\tau_a = \frac{\sigma_b}{Sf_1 \times Sf_2} \text{ (Kiyokatsu, 1980).....6)}$$

Melihat kondisi pembebanan yang berbeda-beda,apabila Poros menerima tegangan torsi maka besaran *correction factor* (K_t) yang telah distandarisasi oleh ASME, besaran faktor koreksi ini disimbolkan menggunakan K_t dan besarnya sama dengan 1,0 apabila jenis atau tipe pembebanan secara halus, angka 1.0 s/d 1.5 apabila jenis pembebanan sedikit kejutan atau *impact*, dan angka 1.5 s/d 3.0 apabila jenis pembebanan kejut atau *impact* yang besar. Kemudian dilihat dari jenis pembebanan lentur/defleksi dengan menggunakan simbol *corection factor* (C_b) dengan angka 1.2 s/d 2.3 (bila tidk ada beban lentur nilai $C_b=1$).Dengan memasukkan beberapa factor diatas maka besaran poros dihitung dengan Persaman:

$$d = \left[\frac{5,1}{\tau_a} \times K_t \times C_b \times T \right]^{1/3} \text{7)}$$

(Kiyokatsu, 1980)

Dimana:

d = Diameter poros (mm)

K_t = Faktor koreksi(untuk beban puntir.)

C_b ,= Faktor koreksi(untuk beban lentur)

T = Momen torsi (kg.mm)

Sf_1 = Faktor koreksi (untuk kelelahan puntir.)

Sf_2 = Faktor koreksi (Untuk alur pasak dan poros bertingkat)

3. METODE PELAKSANAAN (*Materials and Method*)

Pelaksanaan rancang bangun / Design perancangan Otomatisasi Mesin penggorengan krupuk pasir ini dilaksanakan dengan alur yang sudah ditentukan guna memperoleh hasil yang paling optimal dengan mengikuti alur sebagai berikut :



Gambar 4. Flow chart Perancangan mesin penggorengan krupuk pasir

Pengujian Mesin Penggorengan

Setelah mesin penggorengan dibuatkan baru sesuai hasil perhitungan dan design menggunakan sistem kontrol otomatis selanjutnya akan dilakukan pengujian untuk mendapatkan data hasil pengujian, yang nantinya bisa dipakai sebagai pembandingan adanya kenaikan produksi, kualitas, waktu penggorengan dan efisiensi bahan bakar

4. HASIL DAN PEMBAHASAN (Results and Discussion)

Dari hasil perhitungan yang diperoleh dengan menggunakan persamaan-persamaan yang telah dituliskan dalam kajian pustaka dapat ditabulasikan sebagai berikut :

Tabel 1 Spesifikasi Motor Listrik hasil perhitungan

Daya	Volatge	Speed	Phase
0,5 hp	220 V	1400 rpm	Singlephase

Tabel 2 Spesifikasi Poros dan Jenis Material hasil perhitungan

Diameter Poros	Diameter Terhitung (mm)	Diameter yang Ditetapkan (mm)	Bahan Poros
n_2	25,07	30	S 45 CD

Tabel 3 Spesifikasi Rantai dan sprocket hasil perhitungan

Komponen	Data yang Diperoleh	Nominal
Sproket Kecil	1. Diameter lingkaran jarak sprocket d_p	58,42 mm
	2. Diameter maksimum $naff d_{bmax}$	48,183 mm
	3. Jumlah gigi z_1	14
Sproket Besar	1. Diameter lingkaran jarak sprocket D_p	186,35 mm
	2. Diameter maksimum $naff D_{bmax}$	172,148 mm
	3. Jumlah gigi z_2	45
Rantai roll	1. Jarak sumbu antarporos	380 mm

Tabel 4 Spesifikasi Pully dan v belt hasil perhitungan

Nama Komponen	Data yang Diperoleh	Nominal
Puli kecil	Diameter Puli d_p	100 mm
Puli Besar	Diameter Puli D_p	106 mm

Tabel 5 Spesifikasi Bantalan hasil perhitungan

Nama Komponen	Data yang Diperoleh	Nominal
Bearing	62006	30 x62 mm
Bearing	62006	30 x62 mm

Hasil perhitungan ini kemudian di buatkan gambar kerja yang siap diproduksi dan siap dilakukan pengujian untuk mendapatkan data hasil pengujian yang akan dianalisa untuk mendapatkan hasil yang bisa menjawab tujuan.

Tabel 6 Pengujian Mesin Penggorengan lama Vs Baru

No	Qty krecek krupuk	Temperatur Penggorengan (°C)	Mesin Lama		Mesin Baru	
			Waktu Penggorengan (Detik)	Hasil Penggorengan	Waktu Penggorengan (Detik)	Hasil Penggorengan
Kondisi 1, suhu: 150 °C						
1	50 gr	150°	50	Jelek	30	Jelek
2	50 gr	150°	60	Sedang	40	Sedang
3	50 gr	150°	70	Cukup baik	50	Cukup baik
4	50 gr	150°	80	Sangat baik	60	Sangat baik
5	50 gr	150°	90	Baik	70	Baik
Kondisi 2, suhu: 170 °C						
1	50 gr	170°	50	Cukup baik	30	Cukup baik
2	50 gr	170°	60	Sedang	40	Sedang
3	50 gr	170°	70	Sangat baik	50	Sangat baik
4	50 gr	170°	80	Baik	60	Baik
5	50 gr	170°	90	Jelek	70	Jelek
Kondisi 3, suhu: 200 °C						
1	50 gr	200°	50	Sangat baik	30	Sangat baik
2	50 gr	200°	60	baik	40	baik
3	50 gr	200°	70	Cukup baik	50	Cukup baik

4	50 gr	200°	80	Sedang	60	Sedang
5	50 gr	200°	90	Jelek	70	Jelek

Keterangan hasil :

- Sangat Baik : kerupuknya kriuk tidak gosong
Baik : Krupuknya kriuk ada sedikit pasir
Cukup baik : kerupuknya kurang kriuk tidak gosong
Sedang : Kerupuknya kurang matang
Jelek : matang tidak merata

Dengan melihat hasil pengujian antara mesin penggorengan yang lama dengan menggunakan bahan bakar kayu dan mesin penggorengan baru yang sudah dilakukan otomatisasi pengaturan suhu , putaran dan konsumsi bahan bakar dengan control otomatis untuk mendapatkan hasil yang sangat baik (kerupuknya kriuk tidak gosong) untuk suhu 150⁰C mesin penggorengan lama membutuhkan waktu 80 detik ,sedangkan mesin penggorengan baru membutuhkan waktu 60 detik ada efisiensi waktu sebesar 33 % . Sedangkan untuk suhu 170⁰C mesin penggorengan lama membutuhkan waktu 70 detik,dan mesin penggorengan baru membutuhkan waktu 50 detik ada efisiensi waktu sebesar 28,6 % .Sedangkan untuk suhu 200⁰C mesin penggorengan lama membutuhkan waktu 50 detik,dan mesin penggorengan baru membutuhkan waktu 30 detik ada efisiensi waktu sebesar 40 % .

Tabel 7.Peningkatan jumlah produksi

Type mesin	Produksi (Kg)	Jumlah kemasan(Bks)	Jumlah Rp/Bulan (Rp)
Lama (Manual)	25	190	7.600.000
Baru(Otomatisasi)	40	300	12.000.000

Dari hasil tabulasi diatas ada peningkatan produksi sebesar 37,5 %

Tabel 8.Efisiensi Bahan bakar

Type mesin	Jenis Bahan Bakar	Pemakaian BB	Jumlah BB/Bulan (Rp)
Lama (Manual)	Kayu	1 Pickup	100.000
Baru(Otomatisasi)	Elpiji	4 Tabung	72.000

Dari tabulasi diatas dengan menggunakan elpiji per bulan ada efisiensi pemakaian bahan bakar sebesar 28 %

5. KESIMPULAN (Conclusions)

Dari hasil Analisa dan pembahasan yang telah dilakukan dengan memperoleh data dari hasil perancangan dan hasil pengujian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Dari hasil perhitungan dalam perencanaan peralatan penggorengan diperoleh ukuran berikut:

- daya electromotor 0,5 Hp pada putaran 1.400 , diameter drum penggorengan 50 cm x Panjang 70 cm Material SS, diameter as 30 mm material S 45 CD,
- Sproket kecil ukuran diameter lingkaran jarak sprocket dp 58,42 mm Dia naff (db Max) 48,183 mm Jumlah gigi gear Z1 14

- c. Sprocket besar Ukuran diameter lingkaran jarak sprocket Dp 186,35 mm Dia naff (Db Max) 172,148 mm Jumlah gear Z2 45
- d. Jarak sumbu as rantai roll 380 mm
- e. Ukuran pully kecil dp 100 mm dan pulli besar Dp 106 mm

Kualitas hasil penggorengan terbaik mesin lama pada suhu 150⁰C dengan waktu penggorengan 80 detik, untuk suhu 170⁰C dengan waktu penggorengan 70 detik, sementara pada suhu 200⁰C dengan waktu penggorengan 50 detik. Kualitas hasil penggorengan terbaik mesin baru pada suhu 150⁰C dengan waktu penggorengan 60 detik, untuk suhu 170⁰C dengan waktu penggorengan 50 detik, sementara pada suhu 200⁰C dengan waktu penggorengan 30 detik.

Adanya peningkatan Efisiensi waktu dan kualitas penggorengan terbaik rata-rata sebesar 31,19 %. Dengan menggunakan Mesin penggorengan krupuk pasir otomatis yang baru ada peningkatan produksi sebesar 37,5% dan efisiensi bahan bakar sebesar 28 %.

6. DAFTAR PUSTAKA (*References*)

- Kiyokatsu, S. &. (1980). *Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin*. Jakarta : PT Pradnya Paramita.
- Steven. (2015). *Rancang bangun mesin penggorengan krupuk pasir semi otomatis dilengkapi pengatur suhu* . Surabaya: Rekayasa Mesin.
- Sularso. (2004). *Dasar perancangan dan pemilihan elemen mesin*. Jakarta: PT.Pradnya Paramita.
- Sularso, S. K. (1997). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin* . Jakarta : PT.Pradnya Paramita.