

PERANCANGAN MESIN PEMBUAT POLA KERUPUK DENGAN KAPASITAS 1500 KERUPUK PER 4 JAM

Erny Listijorini¹, Aswata¹, Aditya Dwi Saputra¹

¹) Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jenderal Sudirman Km. 3, Cilegon - Banten 42435.
E-mail: listijorini99@yahoo.com

ABSTRAK

Kerupuk merupakan suatu jenis makanan ringan yang sudah lama dikenal oleh sebagian besar masyarakat Indonesia. Kerupuk dapat dikonsumsi sebagai makanan selingan maupun sebagai variasi dalam lauk pauk. Sebagai komoditi dagangan kerupuk termasuk kedalam jenis produk industri yang mempunyai potensi cukup baik. Saat ini pemasarannya berkembang tidak hanya di dalam negeri, tetapi juga di luar negeri. Pencetakan adonan kerupuk dimaksudkan untuk memperoleh bentuk dan ukuran yang seragam. Keseragaman ukuran penting untuk memperoleh penampakan dan penetrasi panas yang merata sehingga memudahkan proses penggorengan dan menghasilkan kerupuk goreng dengan warna yang seragam. (Koswara, 2009). Mesin pencetak kerupuk ini adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mencetak kerupuk uyel dengan pola kurva lissajous. Kapasitas yang direncanakan adalah satu buah kerupuk dicetak dari satu buah nozzle sehingga diharapkan untuk pencetakannya per 4 jam adalah 1500 pola, sekitar sembilan detik per satu pola kerupuk dengan dimensi kerupuk yang tercetak berupa persegi dengan panjang 65 mm dan lebar 65 mm dengan berat rata-rata ± 7 gram per kerupuknya dan diameter lubang nozzle yang digunakan 3 mm. Dengan adanya perancangan mesin pembuat pola kerupuk ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas pada proses pencetakan kerupuk yang selama ini dilakukan dengan cara tradisional dan kebersihan produk dapat terjaga selama proses pencetakan.

Kata Kunci: Kerupuk, Mesin Pencetak Pola, kurva Lissajous.

PENDAHULUAN

Kerupuk merupakan suatu jenis makanan kecil yang sudah lama dikenal oleh sebagian besar masyarakat Indonesia. Sebagai komoditi dagangan kerupuk termasuk kedalam jenis produk industri yang mempunyai potensi cukup baik. Saat ini pemasarannya berkembang tidak hanya di dalam negeri, tetapi juga di luar negeri seperti Belanda, Singapura, Hongkong, Jepang, Suriname dan Amerikan Serikat. (Koswara, 2009). Kerupuk putih atau kerupuk uyel adalah salah satu jenis kerupuk yang digemari masyarakat. Kerupuk renyah ini bisa ditemui di warung, pedagang kaki lima, hingga restoran. Berbagai makanan mulai dari bakso, pecel, sate hingga nasi dapat dimakan dengan kerupuk putih.

Kerupuk memang bisa dibuat secara manual atau dengan alat tradisional. Namun untuk memenuhi permintaan pasar yang tinggi, kerupuk perlu diproduksi dengan mesin agar lebih efisien. Pencetakan adonan kerupuk dimaksudkan untuk memperoleh bentuk dan ukuran yang seragam. Keseragaman ukuran penting untuk memperoleh penampakan dan penetrasi panas yang merata sehingga memudahkan proses penggorengan dan menghasilkan kerupuk goreng dengan warna yang seragam. (Koswara, 2009). Dalam proses perancangan alat perkakas bantu, sebaiknya menggunakan metode perancangan Engineering Design seperti yang disusun oleh Gerhard Pahl dan Wolfgang Beitz. Metode perancangan yang sistematis diperlukan untuk membantu meringankan pemikiran di dalam proses mendesain suatu benda. Selain itu berguna untuk memudahkan proses belajar bagi seorang pemula serta meningkatkan produktivitas seorang perancang mempunyai kreatifitas untuk mencari pemecahan masalah yang terbaik. Oleh karena itu penulis berusaha merancang mesin pembuat pola kerupuk, dengan mekanisme lissajous karena dapat terbentuk hanya dari perbedaan kecepatan putar motor pergerak. Dengan demikian, adanya pembuat pola kerupuk ini dapat membantu untuk menangani masalah ketidak samaan massa dan ketidak teraturan pola kerupuk.

TINJAUAN PUSTAKA

Kerupuk adalah suatu jenis makanan kering yang terbuat dari bahan-bahan yang mengandung pati cukup tinggi. Pengertian lain menyebutkan bahwa kerupuk merupakan jenis makanan kecil yang mengalami pengembangan volume membentuk produk yang porous dan mempunyai densitas rendah selama proses penggorengan. Demikian juga produk ekstrusi akan mengalami pengembangan pada saat pengolahannya.

Keseimbangan benda

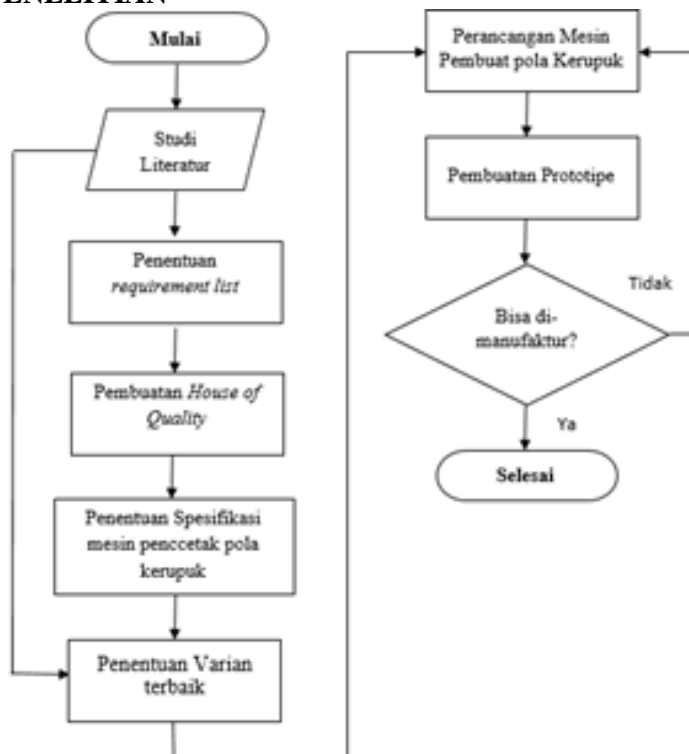
Ketika suatu benda berada dalam keadaan diam, atau bergerak dalam kecepatan yang konstan, maka gaya-gaya luar yang bekerja terhadap benda tersebut berada dalam keadaan keseimbangan. Pernyataan ini digunakan untuk sebuah benda baik dinyatakan dalam sebagian atau secara keseluruhan benda tersebut.

Keseimbangan statis artinya bahwa gaya-gaya dan momen-momen berada dalam keseimbangan. Ketika sebuah benda berada dalam keseimbangan maka jumlah dari komponen-komponen dari gaya-gaya dalam setiap arahnya harus sama dengan nol. Jika benda tersebut mengalami percepatan, maka momen inersia harus dimasukkan dalam persamaan keseimbangan.

Tegangan dan renggangan

Suatu bahan yang mendapat gaya luar akan mengalami tegangan dan renggangan. Tegangan adalah tahanan dalam yang dilakukan oleh material apabila perubahan bentuknya akibat gaya dari luar. Sedangkan renggangan adalah perubahan bentuk material akibat beban dari luar.

METODELOGI PENELITIAN



Requirement List

<i>REQUIREMENT</i>	PENJELASAN	<i>Demands = D</i> <i>Wishes = W</i>
Fungsional	Mampu membuat pola kerupuk sebanyak 1500 buah dalam 4 jam.	D
Rangka	Desain rangka mampu menopang beban.	D
	Dapat dibongkar pasang	W
Dimensi	Dimensi tidak terlalu besar	W
Operasi	Pengoperasian mudah, hanya dibutuhkan satu orang operator.	W
	Tingkat kebisingan rendah	W
Biaya pembuatan	Material substitusi tersedia banyak di pasaran.	W
	Harga pembuatan murah	W
Safety	Mesin tidak membahayakan operator.	W
Pemeliharaan	Mudah dalam perawatan	W
Konsumsi daya	Penggunaan listrik dibawah 450 watt	D
Waktu pengoperasian	Mampu beroperasi selama 4 jam terus menerus.	D

House of Quality

sasaran		watt	kg	db	jt	m ²	#	
Mesin pembuat pola Kerupuk		450	30	85	3	1	20	
Fungsional	Mencetak pola kerupuk	10	9	1	9	1	3	9
Rangka	Tidak patah	10	1	9	1	9	9	9
dimensi	Dapat melewati pintu	5	1	9	1	1	5	9
operasi	mampu dioperasikan 1 orang	5	5	1	9	5	9	1
material	dapat digunakan untuk makanan	10	5	9	1	1	9	1
safety	Tidak melukai	5	1	5	9	9	5	1
pemeliharaan	Mudah dan jarang	1	1	1	5	5	9	1
biaya operasi	Murah	1	9	5	9	5	9	1
waktu operasi	4 jam	5	9	5	9	9	9	1
Skor		41	45	53	45	67	27	65
Presentase		12	13	15	13	20	7,9	19
Ranking		6	4	3	5	1	7	2

PERHITUNGAN

Debit Aliran Adonan (Q)

Debit yang dibutuhkan untuk membuat satu buah kerupuk uyel dapat dihitung dengan persamaan (1) berikut

$$Q = \frac{V}{t} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana

- Q = Debit Aliran Adonan (m³/s)
- V = Volume satu pola kerupuk (m³)
- t = Waktu pencetakan satu buah kerupuk (detik)

Maka dari itu untuk mengetahui debit aliran yang diperlukan, maka perlu diketahui terlebih dahulu volume dan waktu untuk mencetak sebuah pola kerupuk uyel.

Volume satu pola kerupuk (V)

Volume satu pola kerupuk dapat dihitung dari persamaan massa jenis adonan tersebut, dimana persamaan massa jenis benda adalah

$$\rho = \frac{m}{V} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana

ρ = Massa jenis adonan kerupuk ($\frac{kg}{m^3}$)

m = Massa satu pola kerupuk (kg)

V = Volume satu pola kerupuk (m^3)

Dengan cara pemindahan ruas maka volume satu pola kerupuk dapat dicari.

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$V = \frac{7.10^{-3}kg}{1282kg/m^3}$$

$$V = 5,46.10^{-6}m^3$$

Volume ini masih dapat berubah karena dalam penentuan diameter nosel angka akan dibulatkan.

Waktu pencetakan satu buah kerupuk (t)

Waktu untuk mencetak satu pola kerupuk dapat dicari dari kapasitas yang diharapkan, yaitu dengan membagi waktu pencetakan satu kali operasi dengan jumlah pola kerupuk yang dapat dicetak.

$$t = \frac{\text{Waktu pencetakan dalam satu kali operasi}}{\text{jumlah kerupuk yang dicetak}} \dots \dots \dots (3)$$

$$t = \frac{4 \text{ jam}}{1500 \text{ buah}}$$

$$t = \frac{14400 \text{ detik}}{1500 \text{ buah}}$$

$$t = \frac{9,6 \text{ detik}}{\text{buah}}$$

Maka waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu buah kerupuk adalah 9,6 detik, diambil 9 detik karena 0,6 detik digunakan untuk menggerakkan konveyor dari satu pola ke pola lainnya.

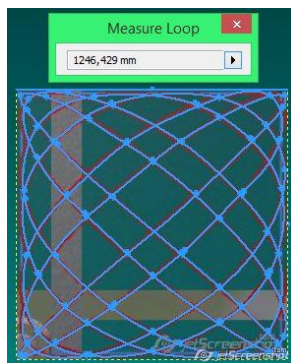
Diameter lubang nosel

Untuk menentukan diameter lubang nosel yang akan digunakan dapat menggunakan persamaan volume silinder sebagai berikut.

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot t \dots \dots \dots (4)$$

Persamaan tersebut dapat diubah dengan mengganti tinggi (t) menjadi panjang lintasan pola lissajous (l).

Panjang lintasan pola lissajous didapatkan dari software autodesk Inventor 2015



Gambar 1. Panjang lintasan pola lissajous (Autodesk Inventor, 2015)

Maka didapatkan panjang lintasan pola lissajous.

$$l = 1246,429 \text{ mm}$$

Dengan cara memindahkan ruas pada rumus volume didapatkan jari-jari nosel adalah sebagai berikut.

$$r = \sqrt{\frac{V}{\pi \cdot l}}$$

$$r = \sqrt{\frac{5,46 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}{\pi \cdot 1,246429 \text{ m}}}$$

$$= 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$= 1,2 \text{ mm}$$

Maka dipilih diameter nosel 3 mm

Volume dengan diameter nosel 3 mm

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

$$= \pi \cdot (1,5 \text{ mm})^2 \cdot 1246,429 \text{ mm}$$

$$= 8810,48 \text{ mm}^3$$

$$= 8,81048 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$m = V \rho$$

$$= 8,81048 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot 1282 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$= 0,011 \text{ kg}$$

$$= 11 \text{ gram}$$

Jadi, debit adonan kerupuknya adalah

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{8,81 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}{9 \text{ s}}$$

$$Q = 0,978 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$$

Beban total

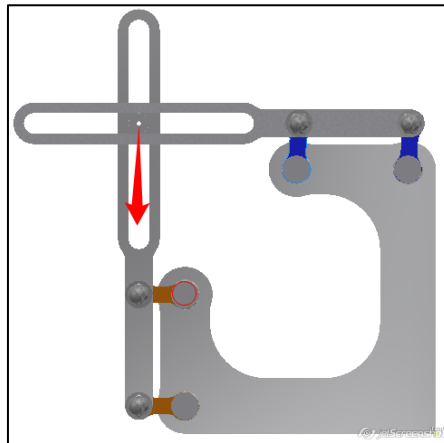
Beban total yang dihasilkan pada bagian nosel adalah beratnya sendiri dan gaya dari adonan.

$$\text{Beban total} = \text{Beban desain nosel} + \text{Beban desain adonan}$$

$$= 2,496 \text{ N} + 0,12 \text{ N} + 0,8 \text{ N}$$

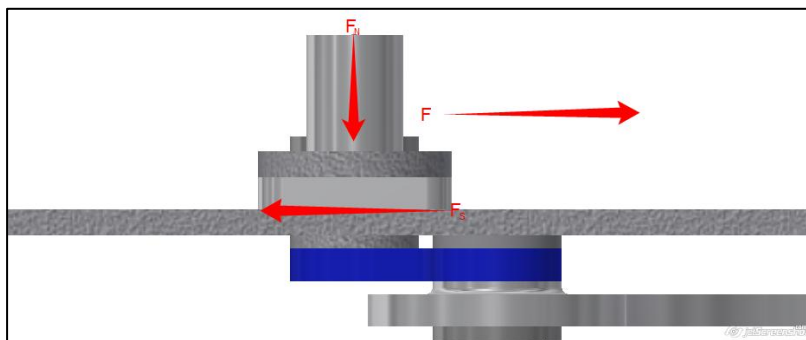
$$= 3,416 \text{ N}$$

Perhitungan daya motor yang dibutuhkan



Gambar 2. Pandangan atas alat (Autodesk inventor 2015)

Gaya Gesek antara nosel dengan batang penggerak



Gambar 3. Pandangan samping alat (Autodesk inventor 2015)

$$F_s = F_N \cdot \mu_s$$

$$= 3,416 \text{ N} \cdot 0,7$$

$$= 2,39 \text{ N}$$

B. Torsi pada crank

$$T = l \cdot F_s$$

$$= 33 \text{ mm} \cdot 2,39 \text{ N}$$

$$= 78,9 \text{ Nmm}$$

Parameters									
Parameter Name	Unit/Type	Equation	Nominal Value	Tol.	Model Value	Key	Exp	Comment	
d10	deg/s	280 deg/s	280,000000	Yellow	280,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Velocity / Dof 1 / Revolution:1	
d11	deg/s	240 deg/s	240,000000	Yellow	240,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Velocity / Dof 1 / Revolution:2	
d12	s	9 s	9,000000	Yellow	9,000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Final time / Simulation Player	

Gambar 4. Parameter pergerakan alat (Autodesk inventor 2015)

Daya motor di crank biru

Untuk membuat pola kerupuk dengan lissajous maka diperlukan perbedaan kecepatan putar, kecepatan putar di crank biru ($\omega = 280 \text{ deg/s}$).

$$\begin{aligned}
 P &= T \cdot \omega \\
 &= 78,9 \cdot 10^{-3} \text{ Nm} \cdot 4,88692 \text{ rad/s} \\
 &= 0,385 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

Daya motor di crank merah

Untuk membuat pola kerupuk dengan lissajous maka diperlukan perbedaan kecepatan putar, kecepatan putar di crank merah ($\omega = 240 \text{ deg/s}$).

$$\begin{aligned}
 P &= T \cdot \omega \\
 &= 78,9 \cdot 10^{-3} \text{ Nm} \cdot 4.18879 \text{ rad /s} \\
 &= 0,330 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

Motor yang digunakan Motor DC NON GEARBOX

Dengan spesifikasi

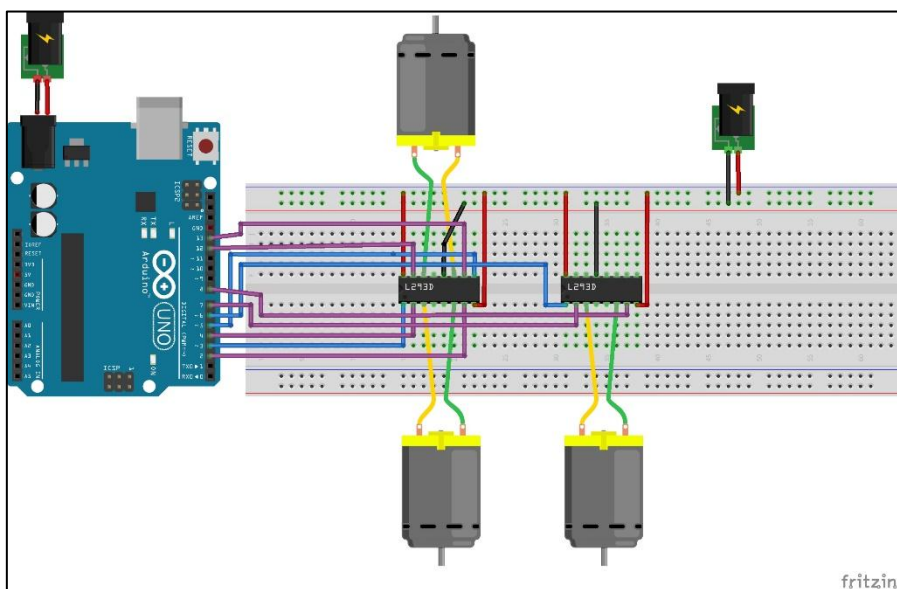
$$v = 12 \text{ V DC}$$

$$\omega = 2700 \text{ rpm} (282.74 \text{ rad/s})$$

Daya motor dengan kecepatan putar maksimum

$$\begin{aligned}
 P &= T \cdot \omega \\
 &= 78,9 \cdot 10^{-3} \text{ Nm} \cdot 282.74 \text{ rad/s} \\
 &= 22,3 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

Skema sistem penggerak mesin pembuat pola kerupuk



Program Arduino

```

#define E1 4 // PIN enable untuk motor 1
#define E2 5 // PIN enable untuk motor 2
#define E3 8 // PIN enable untuk motor 3
#define M1 2 // PIN 1 pengendali arah putaran motor 1
    
```

```
#define M2 3 // PIN 2 pengendali arah putaran motor 1
#define M3 12 // PIN 1 pengendali arah putaran motor 2
#define M4 13 // PIN 2 pengendali arah putaran motor 2
#define M5 6 // PIN 1 pengendali arah putaran motor 3
#define M6 7 // PIN 2 pengendali arah putaran motor 3

void setup() {

    pinMode(E1, OUTPUT);
    pinMode(E2, OUTPUT);
    pinMode(E3, OUTPUT);
    pinMode(M1, OUTPUT);
    pinMode(M2, OUTPUT);
    pinMode(M3, OUTPUT);
    pinMode(M4, OUTPUT);
    pinMode(M5, OUTPUT);
    pinMode(M6, OUTPUT);
}

void loop() {

    analogWrite(E1, 4,389); // Ubah dari 0-255 untuk kecepatan
    analogWrite(E2, 3,761); // Ubah dari 0-255 untuk kecepatan
    digitalWrite(E3, LOW); // Motor 3 mati

    digitalWrite(M1, HIGH);
    digitalWrite(M2, LOW);
    digitalWrite(M3, HIGH);
    digitalWrite(M4, LOW);
    digitalWrite(M5, HIGH);
    digitalWrite(M6, LOW);

    delay(9000); // Untuk menahan agar bekerja selama 9 detik

    digitalWrite(E1, LOW); //Motor 1 mati
    digitalWrite(E2, LOW); //Motor 2 mati
    analogWrite(E3, 255); // Ubah dari 0-255 untuk kecepatannya
```



```
digitalWrite(M1, HIGH);
digitalWrite(M2, LOW);
digitalWrite(M3, HIGH);
digitalWrite(M4, LOW);
digitalWrite(M5, HIGH);
digitalWrite(M6, LOW);
```

```
delay(600); // Untuk menahan agar bekerja selama 0.6 detik
```

```
}
```

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan perhitungan yang telah dilakukan dalam proses merancang mesin pembuat pola kerupuk, maka dapat disimpulkan beberapa data sebagai berikut:

1. Waktu yang dibutuhkan untuk membuat satu pola kerupuk.

$$t_{\text{total}} = 9,6 \text{ detik}$$

$$t_{\text{pola}} = 9 \text{ detik}$$

$$t_{\text{conveyor}} = 0,6 \text{ detik}$$

2. Diameter nosel adonan kerupuk.

Nosel yang akan digunakan untuk pembuat pola kerupuk berlubang dengan diameter (d). $d = 3 \text{ mm}$

3. Debit adonan kerupuk.

Debit untuk adonan kerupuk harus terjaga konstan agar kerupuk yang dibuat mempunyai berat yang sama untuk setiap kerupuk yang diproduksi.

$$Q = 0,978 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$$

4. Daya motor yang dibutuhkan.

$$P = 22,7 \text{ watt}$$

SARAN

1. Merancang tabung penekan dan konveyor lebih rinci.
2. Menambah jumlah nosel agar kapasitasnya bertambah.
3. Membuat sistem loop tertutup agar pola yang dihasilkan dapat terkontrol, contohnya dengan menambah input kecepatan putar di crank atau input kamera pada pola yang dihasilkan.
4. Pengaturan buka tutup katup dapat dilakukan secara otomatis. Dalam hal ini bisa digunakan timer pada arduino dan perangkat khusus untuk katup otomatis.
5. Penambahan LCD untuk menghitung jumlah kerupuk yang sudah tercetak.

DAFTAR PUSTAKA

- Aswata, 2013. *Bahan Ajar Perencanaan Mekanisme*. Cilegon : Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Budynas, Richard G. and J. Keith Nisbett, 2009. *Shigley's Mechanical Engineering Design*. United States : McGRAW-HILL.

- Khurmi, R. S. and Gupta J. K., 2005. *A TEXTBOOK OF MACHINE DESIGN*. New Delhi : EURASIA PUBLISHING HOUSE (PVT.) LTD. Krause, Egon, *Fluid Mechanics*. Germany : Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Spotts, M. S., 2004. *Design of Machine Elements*. Northwestern :PRENTICE-HALL, INC.
- Suprihatna, M. N., 2008. *Perencanaan Mesin Pencetak Kerupuk (Pola Modifikasi Lukisan Lissajous* Cilegon : Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.