

PERANCANGAN MEKANISME *ROLLING* MESIN UNTUK ADONAN PIZZA

*Teguh Indra Firmansyah¹, Toni Prahasto²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: teguhindraf@gmail.com

Abstrak

Perancangan adalah kegiatan awal dari suatu rangkaian kegiatan dalam proses pembuatan produk. Dalam tahap perancangan dibuat keputusan-keputusan penting, tujuan dari perancangan ini adalah (1) Melakukan analisa kinematik dan kinetik pada mekanisme gerak hook dan adonan. (2) Mengemukakan hasil rancangan mesin gulung untuk adonan pizza. Sebelum melakukan manufaktur dilakukan pemodelan alat dalam bentuk gambar CAD (*Computer Aided Design*). Hal ini dimaksudkan agar dalam proses manufaktur dan pihak bengkel dapat dengan mudah melakukan proses manufaktur. Hasil perancangan mekanisme pengerollan adonan pizza adalah menghitung kinetik pengait dan pizza merancang diameter gulungan merancang bevel gears, sabuk, poros, pengunci, bantalan, dan transmisi daya. Hasil perancangan menunjukkan bahwa mesin ini memiliki fungsi yang tepat untuk proses pembuatan pizza dengan perancangan pada setiap komponen dan faktor – faktor yang dijadikan batasan dan panduan dalam memodelkan ulang produk ini adalah: Hukum dasar kejelasan desain, kesederhanaan, dan keamanan prinsip dasar desain, prinsip klarifikasi bagian dan prinsip pendistribusian gaya, dan panduan desain, desain produksi, desain perakitan, dan desain yang ergonomis.

Kata kunci: *Computer Aided Design*, mesin penggulungan, kinematik dan kinetik

Abstract

Design is the initial activity of a series of activities in the manufacturing process. In the design phase made important decisions, the purpose of this scheme is to (1) Conduct analysis of kinematic and kinetic motion mechanism and dough hook. (2) Challenging the roll machine design results for the pizza dough. Before doing manufacturing perform the modeling tool in the form of drawings CAD (Computer Aided Design). This meant that in the manufacturing process and the workshop can easily perform the manufacturing process. Results mechanism of rolling machine design is to calculate kinetic pizza dough hook and pizza rolls designing diameter bevel gears, v-belts, shafts, keys, bearings and power transmission. The results showed that the design of this machine possess proper function for the process of making pizza with the design of all components and factors - factors used in the model boundaries and guidelines on this product are: Legal basis of clarity of design, simplicity, and safety of the basic principles of design, principles of clarification section and the principle of distribution of force, and guide the design, production design, assembly design, and design ergonomis.

Keywords: *Computer Aided Design, Rolling Machine, Kinematic and Kinetic*

1. Pendahuluan

Dalam pembuatan pizza, Pengerolan adonan adalah hal yang paling penting. Membuat adonan pizza dimaksudkan untuk mempermudah adonan mengalami perubahan bentuk menjadi lingkaran. Pada umumnya pengerollan dilakukan secara manual oleh juru masak dengan menggunakan tangan. Agar adonan pizza terbentuk dengan sempurna, juru masak juga harus menguasai cara merubah adonan menjadi lingkaran, tebal tipisnya adonan dan memerlukan waktu selama ± 8 menit. Hal ini dapat menguras tenaga dan kesehatan juru masak dan juga harus menguasai keterampilan dahulu.

Berdasarkan ilustrasi diatas, sebagai calon *engineer* sudah sepantasnya kemampuan sintesa, analisa, dan literasi mahasiswa dilatih. Maka munculah kebutuhan akan suatu alat yang dapat menggantikan posisi juru masak dalam mengubah adonan selama ± 8 menit dan mengatur tebal tipisnya adonan. Pembuatan alat ini dimaksudkan untuk mempermudah tugas juru masak sebatas ahli peramu pembuatan adonan pizza saja, tanpa harus melakukan eksekusi adonan selama ± 8 menit dan mengatur tebal tipisnya adonan.

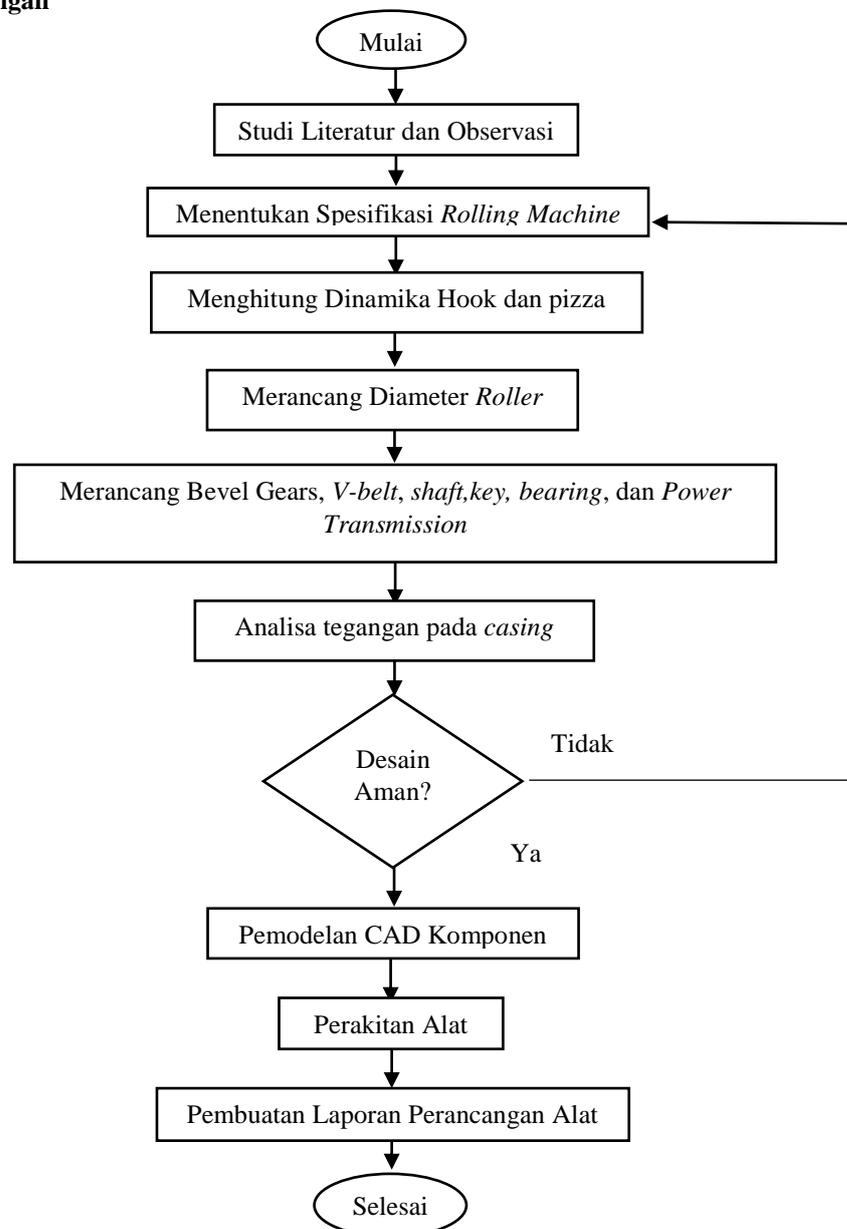
Dalam merancang alat pengerolan adonan pizza, tentu saja sebagai *engineer* kita tidak akan terlepas dari dasar-dasar ilmu mekanis dan perancangan produk. Hal ini dikarenakan benda yang diroll merupakan hubungan kontak antara material padat melalui roll yang kerja. Sebelum masuk lebih jauh kedalam hubungan material padat yang melalui pengerollan, sebaiknya kita mempelajari Parameter-parameter pengerolan utama, adalah:

- Diameter Roll.
- Hambatan deformasi Logam yang tergantung pada struktur metallurgi, suhu, dan laju regangan.
- Gesekan antara Roll dengan benda kerja.
- Adanya tegangan tarik kedepan atau tegangan tarik kebelakang pada bidang lembaran [1].

Adonan pizza sebagai Material kerja pada alat pengerolan ini, tentu memiliki ketebalan sendiri. Menurut observasi di lapangan dan internet bahwa adonan pizza ini terdiri dari beberapa bahan yang diantaranya 1 butir telur, 2 sendok gula pasir, 30ml Olive oil, 150 ml air, 300 g Terigu, 1 Sdm Ragi instan dan garam secukupnya.

Berdasarkan penelitian ini, diharapkan akan tercipta alat pengerolan adonan pizzas otomatis yang mampu memenuhi tujuan yaitu melakukan analisis kinetik terhadap mekanisme gerak adonan, mengemukakan hasil rancangan *rolling machine* untuk adonan pizza selanjutnya membuat model produk dengan bantuan software CAD/CAM dan mendapatkan hasil rancangan gambar spesifikasi teknis dari alat. Selain itu tercipta juga rancangan gambar spesifikasi teknis alat pengerolan adonan pizza yang dapat diproduksi dan dipublikasikan di Indonesia.

2. Metode Perancangan



Gambar 1. Flowchart Perancangan

Pada proses perancangan mekanisme *rolling machine* adonan langkah awal yang dilakukan adalah melakukan studi literatur dan observasi terhadap apa yang dimaksud mesin tersebut, apa saja komponen penyusun alat tersebut, dan bagaimana cara kerjanya. Sebagai modifikasi, alat dough rolling machine telah dipelajari, sehingga perlu dilakukan studi literatur dan observasi mengenai apa yang dimaksud dengan mesin tersebut, bagaimana fungsinya, bagaimana cara kerjanya. Setelah melakukan studi literatur dan observasi terkait mesin yang hendak dirancang beserta komponen, tahap berikutnya adalah menentukan jenis dan spesifikasi mesin tersebut yang akan digunakan pada alat. Tahap selanjutnya adalah merancang hook (pengait) yang diawali dengan perancangan dimensi hook. Dalam menentukan dimensi aman hook, dilakukan analisa perhitungan berdasarkan teori plane kinetics of rigid bodies.

Berikutnya ditentukanlah jenis roller yang akan dipakai dengan metode yang rolling dan bevelgear yang dirancang dengan acuan *hercus australia* dan menggunakan software geartrax, setelah itu merancang v-belt, shaft dan key dengan beracuan pada buku kurmi dan merancang bantalan yang akan digunakan untuk menopang beban Shaft dan gaya yang terjadi pada roller. Dengan menggunakan kurva *Selection of Journal Bearing*, didapatkan jenis bantalan yang mampu memenuhi besar putaran pada poros. Adapun dimensi bantalan ditentukan berdasarkan tabel *SKF general catalogue*. Hal ini dilakukan agar dimensi bantalan yang digunakan pada sesuai dengan dimensi bantalan yang ada dipasaran. Setelah semua komponen selesai dirancang, maka ditentukanlah Power Transmission yang akan digunakan untuk menggerakkan *belt*. Daya motor DC ini diperoleh menggunakan perhitungan relasi antara torsi dan kecepatan putaran poros penggerak. Tahap selanjutnya adalah melakukan simulasi model terhadap casing dan frame dengan menganalisa static tegangan, apakah rancangan yang dihasilkan aman atau tidak. Jika rancangan sudah masuk kedalam kriteria aman, maka dilakukan manufaktur alat, jika tidak, maka perhitungan rancangan harus dikaji ulang. Sebelum melakukan manufaktur, dilakukanlah pemodelan alat dalam bentuk gambar CAD (*Computer Aided Design*). Hal ini dimaksudkan agar dalam proses manufaktur, pihak *workshop* dapat dengan mudah melakukan proses manufaktur.

Dalam penelitian ini, permodelan ulang produk *rolling machine* dilakukan dengan menelusuri proses desain pendekatan difokuskan pada dua fase terpenting yaitu fase pengkonsep dan pembentukan desain produk. Pemilihan langkah dan metode proses dari kedua fase tersebut hanya dibatasi pada hal yang berkaitan dengan faktor geometri produk, fungsionalitas produk, prinsip kerja produk, assembly produk, gaya dan energi, dan keergonomisan produk. Berikut penjabaran fase konsep desain.

2.1 Perhitungan dinamika hook

Analitik dilakukan secara manual dengan data masukan yang sudah ada dengan persamaan sebagai berikut [2]:

Tabel 1. Data Masukan *hook*.

Data Masukan	Simbol	Besar Data
jarak sudut	\bar{r}_ω	0.04m
jarak gaya F dengan titik pusat	\bar{r}_G	0.14m
jarak titik pusat dengan P	\bar{r}_P	0.22m
Masa pemberat hook	m_ω	0.01kg
Panjang hook	L	0.26m

Pusat Grafitasi hook

$$\begin{aligned} \bar{x} &= \frac{m_1 \cdot x_1 + m_2 \cdot x_2}{m_1 + m_2} \\ \bar{y} &= \frac{m_1 \cdot y_1 + m_2 \cdot y_2}{m_1 + m_2} \end{aligned} \quad [1]$$

Nilai Inersia

$$I_F = I_G + m(\bar{r}_G) \quad [2]$$

Jarak yang bekerja pada pizza

$$\sum M_F = (\bar{r}_\omega \cdot m_\omega g) + (\bar{r}_G \cdot m_{\text{hook}} g) + (\bar{r}_P \cdot p) \quad [3]$$

Perubahan sudut α

$$\sum M_F = I_F \alpha \quad [4]$$

Perubahan sudut ω

$$\int_0^\omega \omega \cdot d\omega = \int_0^\alpha \alpha \cdot d\theta \quad [5]$$

Gaya yang pada Px dan Py

$$\begin{aligned} \sum F_n &= m a_n \\ \sum F_t &= m a_t \end{aligned} \quad [6]$$

2.2 Perhitungan dinamika pizza

Analitik dilakukan secara manual dengan data masukan yang sudah ada dengan persamaan sebagai berikut:

Tabel 3. Data Masukan pizza

Data Masukan	Simbol	Besar Data
Panjang pizza	L	0.150m
Titik yang bekerja pada pizza	\bar{p}	0.032m
Jarak \bar{p} dengan pusat	D	0.065m
Masa pizza	m_{pizza}	0.15kg

Ket: \bar{p} didapat dari perhitungan hook

Nilai Inersia

$$I_p = I_G + md^2 \quad [7]$$

Perubahan sudut α_{pizza}

$$\sum M_P = I_p \alpha_{pizza} + m_{pizza} \alpha \cdot d \quad [8]$$

Gaya yang pada Px dan Py

$$\sum F_y = ma_y$$

$$\sum F_x = ma_x \quad [9]$$

2.3 Roller

Berikut ini adalah data masukan diameter roller dengan data yang diperlukan sebagai data masukan dengan ketebalan awal (h_0) dan ketebalan akhir (h_f) selisih antara ketebalan awal dan akhir (Δh) dengan nilai reduksi 50% dan gaya gesek $\mu = 0.5$ maka dengan data masukan yang diperlukan radius minimum dengan persamaan berikut:

Tabel 4. Data Masukan roller.

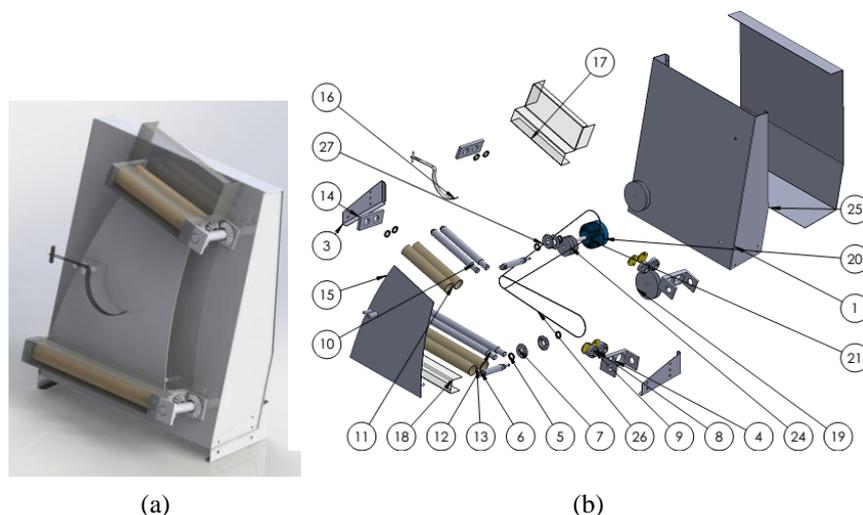
Data Masukan	Simbol	Besar Data
Tebal awal	h_0	10 mm
Tebal akhir	h_f	5mm
Selisih ketebalan	Δh	10mm

$$\Delta h \geq \mu^2 R$$

$$R_{\min} \geq \frac{\Delta h}{\mu^2} \quad [10]$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Perancangan



Gambar 3. a) Rolling Machine Untuk Adonan Pizza. b) bagian-bagian hasil perancangan.

Tabel 2. Spesifikasi alat

<i>Logistic</i>	Berat adonan 0.10-0.15kg, Diameter pizza 140-200mm dan ketebalan adonan 0-10mm.
<i>electrical</i>	Power supply 230 Volt.
<i>Contruction</i>	Dimensi alat tinggi 610mm, lebar 500mm panjang 150mm dan <i>mechanical system</i> : Bevel gear driving roller.
<i>Material</i>	Sheet metal (<i>stainless steel</i>), roller (nylon) <i>rolling casing</i> (acrylic)

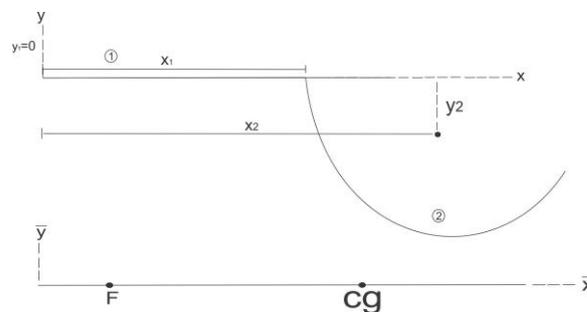
Table 3. Bagian-bagian hasil perancangan

NO	Part Number	Jumlah	NO	Part Number	Jumlah	NO	Part Number	Jumlah
1	Casing depan	1	11	roller 1	2	21	bagian motor	1
2	dudukan kiri	1	12	poros roller 2	2	22	bagian motor	1
3	dudukan kanan	1	13	roller 2	2	23	bagian motor	1
4	casing pinion	2	14	rumah bearing	2	24	motor pulley	1
5	bearing	8	15	cover depan 2	1	25	casing belakang	1
6	poros motor	2	16	hook	1	26	Belt1	1
7	bevel gears	4	17	casing roll atas	1	27	Belt2	1
8	bevel gears pinion	4	18	casing roll bawah	1			
9	pengunci pinion	4	19	pulley	2			
10	poros roller	2	20	bagian motor	1			

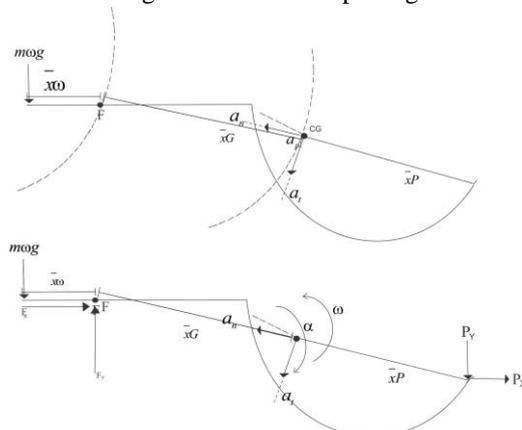
3.2 Pembahasan

a. Dinamika hook

Hook atau pengait pembebanan berfungsi sebagai pengait yang merubah gerak pizza ketika dihubungkan dengan pizza. Pengait ini memiliki dimensi panjang sebesar 260 mm dengan gambar teknik terlampir. Berikut ini adalah diagram benda bebas yang bekerja pada pengait dan tabel data masukan untuk mencari gaya pada hook [2].



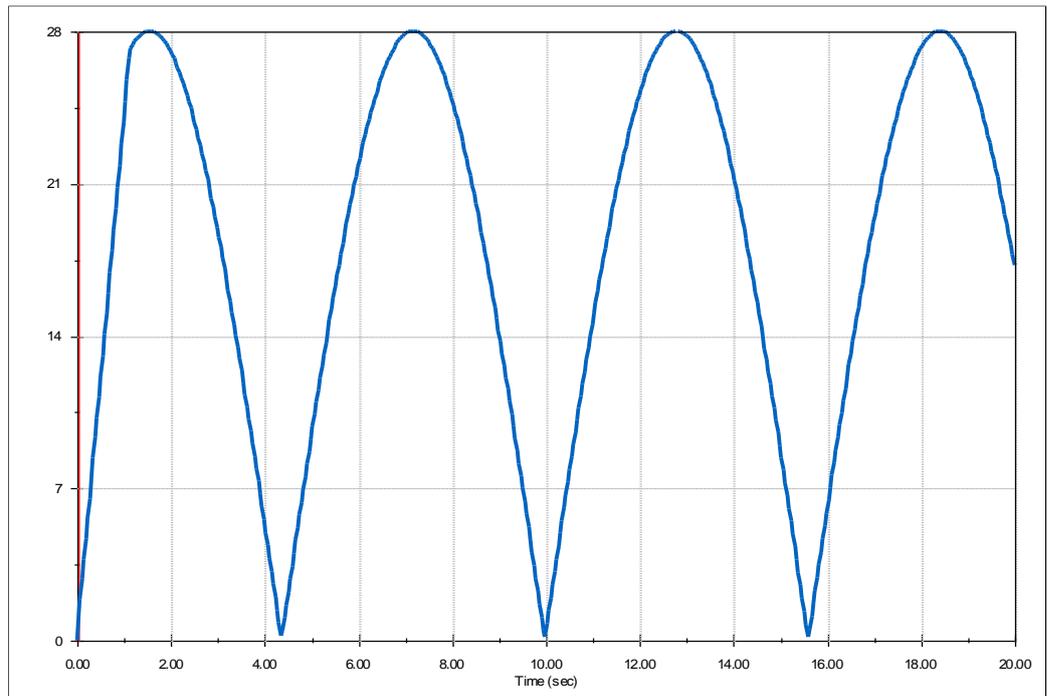
Gambar 4. Diagram benda bebas pusat grafitasi.



Gambar 5. DBB Kinematik dan kinetik.

Tabel 4. Data hasil analisa dinamika hook

Persamaan	Nilai
Pusat grafitasi hook	$(\bar{x}, \bar{y}) (0.12, -0.011)$
Nilai inersia	0.02
Jarak yang bekerja pada pizza	0.032m
Perubahan sudut α	$56.4 \cos \theta \text{ rad} / \text{sec}^2$
Perubahan sudut ω	$112.8 \sin \theta \text{ rad} / \text{sec}^2$
Px	4.62 N
Py	1.40 N

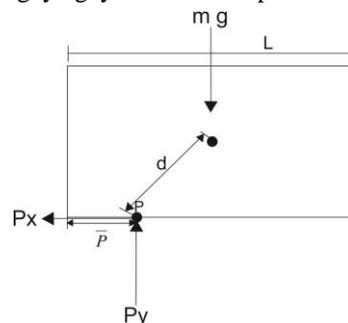


Gambar 6. Grafik Angular velocity pada Hook.

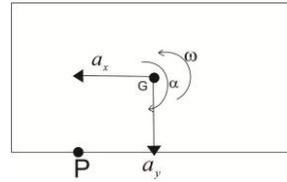
Grafik diatas menunjukkan nilai minimum kecepatan sudut, bahwa terjadi kenaikan dan penurunan sudut secara konstan oleh sebab itu analysis yang dilakukan *valid*, karena dinamika hook saat terjadi kontak dengan pizza terjadi perubahan sudut pada setiap waktunya.

b. dinamika pizza

Pizza yang memiliki fungsi sangat penting untuk mengetahui besaran gaya yang bekerja pada hook ditentukan sebagai batasan awal perancangan alat uji. Panjang pizza maksimum adalah 150 mm dengan berat maksimum 150g. Berdasarkan spesifikasi tersebut, dipilihlah jenis ukuran dan bentuk hook. Berikut ini adalah skesta gaya yang bekerja pada pizza dan tabel data masukan untuk mencari gaya gaya maksimum pizza.



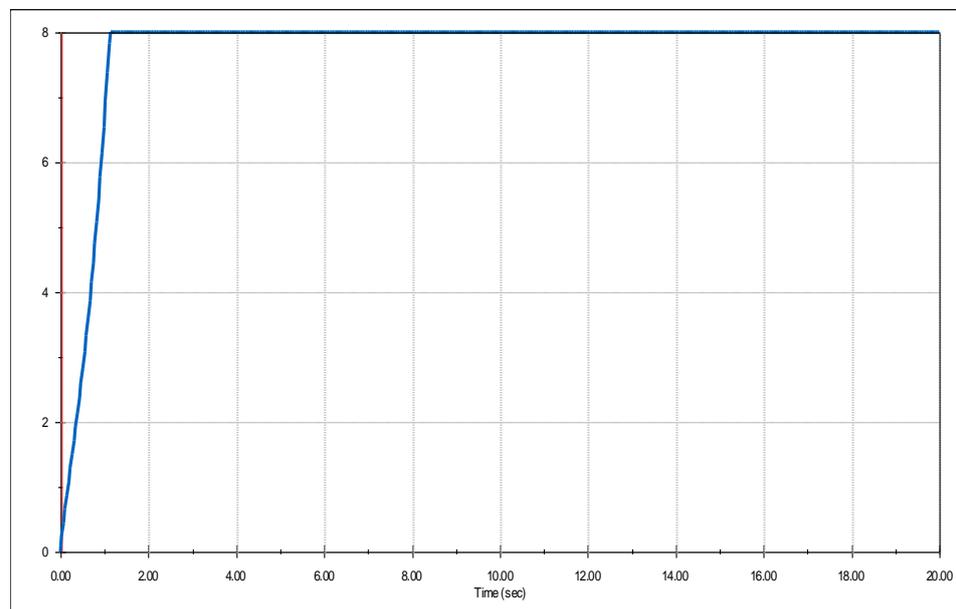
Gambar 7. DBB Kinematik Pizza



Gambar 8. DBB Kinetik Pizza

Tabel 5. Hasil analisa dimaika pizza

Persamaan	Nilai
Nilai inersia	0.002
Perubahan sudut α_{pizza}	$1.89 \cos \theta \text{ rad} / \text{sec}^2$
Perubahan sudut ω	$3.78 \sin \theta \text{ rad} / \text{sec}^2$
Px	1.48 N
Py	1.46 N



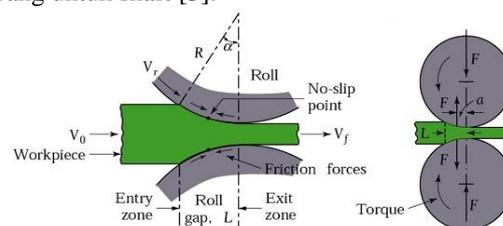
Gambar 9. Grafik Angular velocity pada Pizza.

Grafik diatas terjadi kenaikan pada detik-detik awal itu menunjukkan bahwa kecepatan sudut pada pizza terjadi kenaikan dan bergerak secara konstan pada sudut 8 angular/deg sempel ini diambil dari pizza yang berukuran panjang 150mm dan lebar 100mm.

c. Roller

Proses *roller* merupakan desain benda kerja terpenting dalam proses pengerollan adonan yang mempunyai tujuan dan fungsi yang sama. Yaitu memberikan ketebalan maksimum dan minimum pada adonan Yang disesuaikan dengan diameter roller manusia untuk mengetahui ketebalan adonannya. Fungsi utama tetap sama yaitu untuk menghasilkan lembaran adonan sesuai yang diinginkan.

Secara konstruksional komponen ini berhubungan dengan *bevel gears* dan *shaft* sebagai tumpuan. Desain geometri sederhana dengan dimensi roller lubang untuk shaft [3].



Gambar 10. DBB Roller [3].

Tabel 6. Data Hasil roller.

Data Masukan	Simbol	Besar Data
Radius Minimum	R_{min}	40mm

d. Casing

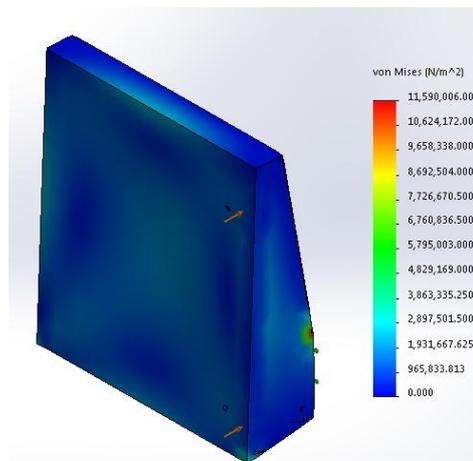
Casing adalah *rumah* pelindung komponen. Di dalamnya terdapat mesin dengan isi elektronika. Casing juga menjadi tempat mendudukan motor. Selain sebagai pelindung fisik, casing yang baik juga berfungsi sebagai penyalur panas yang dihasilkan komponen motor. Penyaluran panan akan lebih sempurna dengan bantuan cooler (pendingin) yang sesuai.

Berikut adalah hasil dari analisa tegangan pada frame casing mesin rolling adonan pizza.

Tabel 7. Klasifikas Material casing.

Properties	
Name:	Cast Stainless Steel
Model type:	Linear Elastic Isotropic
Default failure criterion:	Unknown
Elastic modulus:	1.9e+011 N/m²
Poisson's ratio:	0.26
Mass density:	7700 kg/m³
Shear modulus:	7.9e+010 N/m²
Thermal expansion coefficient:	1.5e-005 /Kelvin

Berikut adalah hasil analisa tegangan dari material casing dengan diberikan gaya dari depan sebesar 100N.



Gambar 11. Hasil Analisa tegangan casing.

Diatas merupakan hasil dari analisa tegangan pada casing yang diberi gaya 100N menandakan bahwa cast stainless steel aman untuk digunakan pada mesin rolling untuk adonan pizza.

4. Kesimpulan

Penyederhanaan analisa kinematik dan kinetik bahwasannya makin besar diameter hook akselerasi kecepatan sudut menghasilkan nilai yang minimum dan gaya yang bekerja pada $P_y = 1.40N$ dan gaya yang bekerja pada pizza $P_y = 1.46$ jarak ujung pizza saat berkontak dengan hook didapat $P = 0.032m$. Didapat diameter Roll $R_{min} = 40mm$ untuk ketebalan awal pizza 20mm dan ketebalan akhir 10 mm dengan $\mu = 0.5$ dan nilai reduksi 50%. Material casing AISI 316 Stainless Steel Sheet, Karena material cocok untuk makanan. *Mekanisme Rolling Machine* menghasilkan 1 jenis full assembly *Rolling Machine* terdiri dari 4 *subassembly* (*subassembly casing*, *subassembly motor*, *subassembly Roller*, *subassembly belt*) yang tersusun dari 27 jenis komponen.

5. Daftar Pustaka

- [1] H. Harsokoemo Darmawan., Pengantar Perancangan Teknik, 2004, Ed. Ke-2, Bandung, Penerbit ITB, ISBN 979-3507-21-7
- [2] Meriam J.L., and Kraige L.G., Engineering Mechanics Dynamics, Sixth Edition
- [3] Kalpakjian and Steven R. Schmid. Manufacturing, Engineering & Technology, Fifth Edition, by Serope ISBN 0-13-148965-8. © 2006 Pearson Education, Inc.