

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Kue Kacang

Kue kacang adalah sejenis kering renyah yang berbahan dasar kacang tanah yang dihaluskan dan dikombinasikan dengan tepung terigu, gula, serta mentega. Ciri khasnya terletak pada teksturnya yang garing dan aroma serta rasa kacang yang dominan, membedakannya dari kue kering lainnya. Proses pembuatannya melibatkan kacang tanah utuh yang dihaluskan atau bubuk kacang siap pakai, di mana jenis kacang dan teknik pengolahannya turut mempengaruhi kekuatan rasa dan tekstur akhir kue.

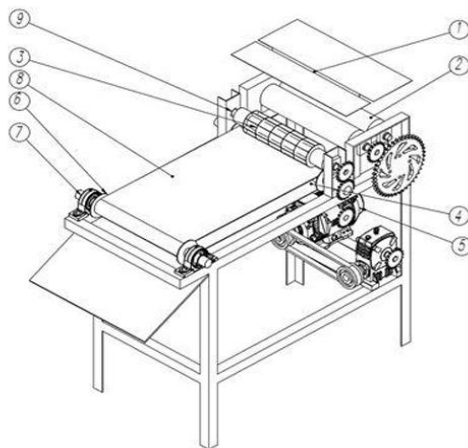
Sejarah mencatat bahwa kacang tanah dibawa ke Indonesia oleh pedagang Portugis sekitar abad ke-16, kemudian menjadi bahan populer dalam kuliner lokal. Penggunaannya dalam kue kering diduga terpengaruh oleh tradisi masakan Tionghoa yang sering memanfaatkan kacang. Awalnya, kue ini dibuat secara rumahan untuk acara spesifik, namun seiring waktu berkembang menjadi produk komersial dengan berbagai varian resep di seluruh Nusantara, memperkaya khazanah kuliner Indonesia.

Dari segi kesehatan, kacang tanah mengandung protein dan lemak sehat yang membantu mengendalikan berat badan dengan memperpanjang rasa kenyang dan meningkatkan metabolisme. Kandungan vitamin B3, magnesium, dan lemak tak jenuhnya mendukung kesehatan jantung dengan menurunkan kolesterol. Bagi

penderita diabetes, kacang tanah menjadi camilan ideal berkat indeks glikemik rendahnya yang mencegah lonjakan gula darah. Selain itu, polifenol dalam kacang tanah dapat meningkatkan aliran darah ke otak dan diubah oleh bakteri usus menjadi asam lemak rantai pendek, yang berkontribusi pada peningkatan fungsi memori (liputan6.com, 2025).

2.2 Alat Cetak Kue Kacang Terdahulu

Alat pencetak kue kacang adalah perangkat yang dirancang untuk memudahkan proses produksi ke kacang secara efisien, konsisten, dan cepat. Umumnya, alat ini digunakan di industri makanan dan usaha kecil menengah untuk memproduksi kue kacang dalam jumlah yang banyak serta waktu yang singkat. alat pencetak kue kacang ini dilengkapi dengan cetakan (*mold*) dan dapat dioperasikan secara manual atau otomatis sesuai dengan skala produksi. alat ini biasanya terbuat dari bahan yang aman untuk makanan yaitu dengan berbahan stainless steel atau berbahan plastik *food grade*, tujuannya agar kualitas produksi tetap terjaga. Manfaat dengan adanya alat ini, usaha kecil menengah dapat meningkatkan produktivitas, mengurangi ketergantungan pada tenaga manual, dan menjaga konsistensi bentuk kue kacang.



Gambar 2. 1 Desain pencetak kue kacang terdahulu

(Nurdiana, M. S. P. Sagala, 2022)

Alat pencetak kue kacang gambar diatas menggunakan model *roll cutting*. Alat pencetak kue kacang tersebut dirancang pada tahun 2022 oleh Nurdiana, M. S. P. Sagala yang merupakan mahasiswa dari Teknik Mesin, Universitas Al-Azhar Medan. Alat pencetak ini dapat menghasilkan kue kacang intip dengan potongan roll yaitu 10 kg/jam. Cara kerja alat pencetak kue kacang intip ini dengan cara membuat adonan yang nantinya akan dicetak, kemudian adonan tersebut diletakkan ke saluran pengepresan. Pada bagian bawah alat press dilengkapi dengan pisau untuk memotong bagian pinggir adonan menjadi tipis sesuai ukuran roll pencetak, lalu dengan adanya bantuan konveyor, adonan kue kacang intip dapat bergerak menuju roll pencetak yang dilengkapi mata pisau pemotong. Setelah kue kacang intip telah terpotong dan terbentuk, maka kue kacang intip siap untuk di panggang.



Gambar 2. 2 Alat pencetak kue kacang terdahulu
(Nurdiana, M. S. P. Sagala, 2022)

Alat ini dirancang dengan komponen antara lain:

- Mata pisau *roll stainless steel*
- menggunakan belt konveyor
- Menggunakan *reducer* Pa-40 ratio 20:1
- Motor 1 phase / 1HP 2800 Rpm

Meskipun demikian, desain kue kacang ini memiliki beberapa kelemahan diantaranya yaitu :

- Ketergantungan pada Motor Listrik 1 Phase

Penggunaan motor listrik 1 phase dengan daya 1HP dapat membatasi kapasitas dan efisiensi kerja, terutama jika digunakan dalam skala besar atau dengan daya listrik yang terbatas. Motor ini mungkin kurang optimal untuk produksi industri besar yang membutuhkan mesin dengan daya yang lebih tinggi dan lebih efisien.

- Kecepatan Produksi Terbatas

Alat ini hanya dapat menghasilkan 10 kg/jam, yang mungkin kurang efisien jika digunakan untuk skala produksi yang lebih besar. Pada industri dengan permintaan tinggi, kecepatan ini bisa menjadi faktor pembatas.

- Kompleksitas Perawatan

Dengan adanya berbagai komponen seperti mata pisau roll stainless steel, belt konveyor, dan reducer Pa-40, perawatan alat ini mungkin lebih rumit dan memerlukan perhatian khusus untuk memastikan semua bagian berfungsi dengan baik.

- Adonan pada mesin tidak diolah secara otomatis dari bahan mentah melainkan menggunakan adonan yang sudah jadi sebelum dicetak.

Kelemahan ini berarti bahwa alat pencetak ini tidak memiliki sistem otomatisasi untuk mencampur atau mengolah bahan baku menjadi adonan siap cetak. Operator harus menyiapkan adonan terlebih dahulu sebelum memasukkannya ke dalam mesin. Hal ini mengurangi tingkat otomatisasi dan efisiensi mesin, serta membutuhkan lebih banyak tenaga kerja dan waktu untuk mempersiapkan bahan baku. Mesin yang dapat mengolah bahan mentah secara langsung tentu akan lebih praktis dan meningkatkan kapasitas produksi.

- Belt konveyor yang digunakan terlalu pendek

Jika belt konveyor terlalu pendek, maka proses pemindahan adonan atau produk dapat terganggu. Adonan atau produk mungkin tidak dapat bergerak dengan lancar menuju bagian selanjutnya dari proses (seperti roll

pencetak atau pemanggang), menyebabkan kemacetan atau ketidakteraturan dalam produksi. Selain itu, belt konveyor yang pendek bisa memaksa operator untuk sering menyesuaikan posisi atau merapikan adonan secara manual, yang mengurangi efisiensi dan meningkatkan potensi kesalahan manusia. Lebih jauh lagi, belt yang terlalu pendek bisa menyebabkan adonan tertumpuk atau jatuh sebelum sampai ke tempat yang dituju, mengakibatkan pemborosan bahan baku.

- Tidak terdapat panel kontrol

Tanpa adanya panel kontrol, operator tidak memiliki cara mudah untuk memantau atau mengatur parameter mesin secara efisien, seperti kecepatan motor, tekanan atau suhu mesin. Hal ini dapat menyebabkan kesulitan dalam pengaturan dan pengawasan proses produksi, meningkatkan risiko kesalahan, dan menyulitkan operator untuk menyesuaikan pengoperasian alat sesuai dengan kondisi tertentu. Panel kontrol yang lengkap dan mudah diakses dapat meningkatkan kenyamanan, keamanan, dan fleksibilitas dalam pengoperasian mesin.

- Mesin tidak dilengkapi dengan penutup atau cover pada bagian pulley dan belt, motor, dll (alat berat dan berbahaya) sehingga bisa saja membahayakan operator

Tanpa penutup atau cover yang memadai pada bagian-bagian mesin seperti pulley, belt, dan motor, operator atau siapa pun yang berada di dekat mesin bisa berisiko mengalami kecelakaan atau cedera. Bagian-bagian ini berputar dengan kecepatan tinggi, dan jika tidak dilindungi, bisa

menyebabkan kecelakaan seperti luka atau terjeratnya pakaian atau anggota tubuh. Keberadaan penutup yang aman untuk bagian-bagian berbahaya ini sangat penting untuk menjaga keselamatan kerja dan mengurangi risiko kecelakaan di tempat kerja.

- Alat pencetak kue kacang sebelumnya belum terintegrasi dengan sistem pengadonan

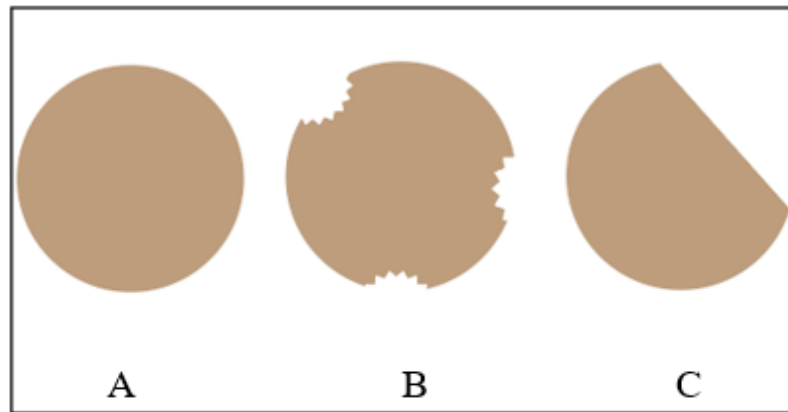
Proses pencampuran adonan dilakukan secara manual atau dengan alat terpisah, lalu dipindahkan ke alat pencetak, yang memakan waktu dan berisiko menurunkan konsistensi adonan. Sebaliknya, alat yang dirancang saat ini sudah dilengkapi bor pengganti mixer otomatis yang langsung mengaduk bahan mentah dan mencetak secara berkelanjutan. Hal ini membuat proses lebih efisien dan hasil adonan lebih seragam.

2.3 Hasil Kue Kacang



Gambar 2.3 Hasil kue kacang
(<https://images.app.goo.gl/B2JdeE5jY2fhshk27>)

Kue kacang yang dihasilkan sebagai acuan kualitas dalam proses pencetakan, melalui alat ini dirancang untuk memiliki dimensi yang konsisten. Standar deviasi yang ditetapkan sebagai batas toleransi variasi ukuran kue kacang adalah 40^{+1}_{-1} mm untuk diameter dan 20^{+1}_{-1} mm untuk tebal.



Gambar 2. 4 Kriteria bentuk kue kacang
(Dokumen Pribadi)

Pada sistem pemeriksaan Pencetakan kue kacang ini, bentuk kue kacang diklasifikasikan berdasarkan bentuk produk. Kue yang memenuhi kriteria dinyatakan sesuai dengan standar, sedangkan yang tidak memenuhi kriteria dinyatakan tidak lolos produksi. Kue Kacang pada gambar A ini merupakan hasil produk yang sesuai dengan kriteria bentuk, memiliki bentuk utuh dan bulat sehingga dinyatakan lolos produksi. Kue Kacang pada gambar B, memiliki bentuk Retak-retak kecil pada permukaan luar sehingga retakan ini memengaruhi estetika integritas produk dan tidak sesuai dengan kriteria bentuk. sehingga tidak lolos produksi. Kue kacang pada gambar C, memiliki bentuk terpotong atau tidak utuh, sehingga tidak sesuai dengan kriteria bentuk standar, karena kue dalam kondisi ini tampak patah atau kehilangan sebagian bentuk sehingga tidak lolos produksi.

Nilai standar deviasi ini digunakan sebagai tolak ukur dalam mengevaluasi kinerja alat pencetak, khususnya dalam menjaga keseragaman bentuk dan ukuran kue. Dengan standar ini, diharapkan hasil produksi tetap berada dalam batas yang dapat diterima secara visual maupun fungsional.

Selain dimensi, tekstur kue juga menjadi fokus. Kue kacang yang dihasilkan dirancang memiliki tekstur renyah di luar dan lembut di dalam, sehingga tetap enak dikonsumsi dan sesuai dengan karakteristik kue kacang pada umumnya.

2.4 Komponen Perancangan Alat Pencetak Kue Kacang

Pada perancangan alat pencetak kue kacang otomatis dengan metode konveyor ini, terdapat beberapa komponen-komponen mendukung guna menunjang saat alat pencetak kue ini digunakan untuk memproduksi kue kacang ini.

2.4.1 Daya Motor

Motor listrik adalah perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik melalui interaksi antara medan magnet dan arus listrik. Motor ini dirancang untuk memberikan performa yang optimal dengan daya yang efisien, menjadikannya pilihan yang ideal untuk alat pencetak kue kacang otomatis dengan metode konveyor. Dengan demikian, motor ini menjadi salah satu komponen kunci dalam mencapai tujuan otomatisasi dan peningkatan produktivitas dalam industri makanan.

Motor ini memiliki berbagai jenis, seperti motor DC (Direct Current), motor induksi (AC). Motor DC digunakan untuk aplikasi yang memerlukan kontrol kecepatan sederhana, sedangkan motor induksi, baik satu fase maupun tiga fase, digunakan dalam aplikasi rumah tangga dan industri karena efisiensinya.

(Alimuddin et.al., 2023)

1. Perhitungan daya yang dibutuhkan

(Made Pancarana, 2024)

$$P = \frac{T \times 2\Phi \times N}{60} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

P : Daya (HP)

T : Torsi (*Nm*) atau (*kgf.mm*) ; 1 Nm = 101.9716212978 kgf.mm

N : Putaran motor (RPM)

2. Perhitungan Torsi

(Made Pancarana, 2024)

$$T = F \times r \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

T : Torsi (*Nm*) atau (*kgf.mm*) ; 1 Nm = 101.9716212978 kgf.mm

F : Gaya (N)

r : Jari-jari pulley

3. Perhitungan kecepatan sinkron, jika diketahui frekuensi dan jumlah kutub pada motor AC adalah sebagai berikut:

$$ns = \frac{120 \cdot F}{P} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

ns : Kecepatan sinkron motor (rpm)

F : Frekuensi (Hz)

P : Jumlah kutub motor

4. Perhitungan slip pada motor sebagai berikut:

(I Nyoman Bagia & I Made Parsa, 2018)

$$\% \text{Slip} = ((n_s - n) / n_s) \times 100 \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan:

%Slip : Persentase Slip pada motor

n : Kecepatan motor (RPM)

n_s : Kecepatan sinkron motor (RPM)

5. Perhitungan Daya Listrik

(I Nyoman Bagia & I Made Parsa, 2018)

$$P_{\text{output}} = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \text{eff} \cdot \cos \varphi \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan:

P_{output} : Daya Input Poros (Kw)

V : Tegangan (Volt)

I : Arus (Ampere)

eff : Effisiensi daya motor = 90% (asumsi)

$\cos \varphi$: Faktor Daya

2.4.2 Pulley & Belt

Pulley adalah sebuah bagian komponen dari alat pencetak kue mekanis yang berbentuk roda tetapi mempunyai alur (*groove*) di sekelilingnya. fungsi dari *pulley* ini adalah sebuah sistem mekanis untuk memindahkan tenaga atau menggerakkan mesin. Sedangkan *Belt* merupakan komponen berbentuk sabuk yang terbuat dari *EPDM rubber*. *Belt* ini berfungsi sebagai media transfer putaran untuk menggerakkan alat yang berputar secara kontinu. Cara kerja *belt* ini adalah *belt* dikaitkan di pulley motor listrik dan di pulley poros penggerak (seperti poros *screw*

conveyor, poros as pemotong, dan poros konveyor). Ketika motor listrik menyala berputar, maka putaran *pulley* akan menggerakkan belt dan sehingga *pulley* penggerak juga dapat berputar untuk memproduksi kue kacang.

Untuk menghitung dan memahami sistem *pulley & belt* dalam alat pencetak kue kacang, beberapa rumus penting yang dapat digunakan yaitu:

- Untuk menentukan pulley dan belt yang digunakan maka menggunakan perhitungan sebagai berikut:

(R. S. Khurmi And J. K. Gupta, A Textbook Of Machine Design, 2005)

$$N_1 \dots\dots\dots (2.6)$$

$$N_2 = \frac{D_1}{D_2} \times N_1 \dots\dots\dots (2.7)$$

$$N_3 = \frac{N_2}{50} \dots\dots\dots (2.8)$$

$$N_4 = \frac{D_3}{D_4} \times N_3 \dots\dots\dots (2.9)$$

Diketahui:

N_1 : putaran motor

N_2 : putaran input gearbox

N_3 : putaran output gearbox

N_4 : putaran extruder

D_1 : Diameter pulley motor

D_2 : Diameter input gearbox

D_3 : Diameter output gearbox

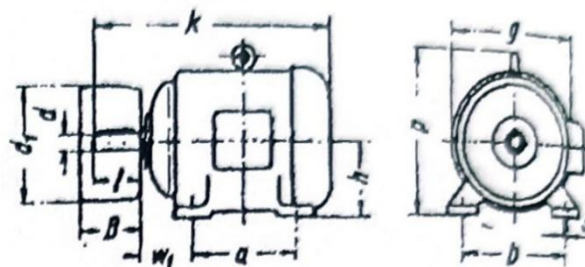
D_4 : Diameter pulley poros extruder

- Diameter minimum pulley didapat dari tabel sebagai berikut :

(Ant.Suroto (n.d.). *Strength of Material*. Surakarta: Politeknik ATMI.)

Tabel 2. 1 Ukuran Pulley Sabuk

Seri							Baut				P (kW)				Puli	
	a	b	q	h	k	p	s	w1	d	I	3000	1500	1000	750	d1 x B	D min
71	90	112	142	71 0.5	213	142	M 6	45	14 k6	30	0.37	0.25	0.18	0.09	50 x 40	45
71a	90	112	142	71 0.5	233	142	M 6	45	14 k6	30	0.55	0.37	0.25	0.12	63 x 40	56
80 M	100	125	156	80 0.5	264	156	M 8	50	19 k6	40	0.75	0.55	0.37	0.18	80 x 50	63
80 MA	100	125	156	80 0.5	264	156	M 8	50	19 k6	40	1.1	0.75	0.55	0.25	100 x 50	71
90 S	100	140	176	90 0.5	285.5	178	M 8	56	24 k6	50	1.5	1.1	0.75	0.37	100 x 63	80
90 I	125	140	176	90 0.5	310.5	178	M 8	56	24 k6	50	2.2	1.5	1.1	0.55	125 x 63	90
100 L	140	160	197	100 0.5	355	200	M 10	63	28 k6	60	3	2.2	1.5	1.1	160 x 80	112
112 M	140	190	234	112 0.5	373	258	M 10	70	28 k6	60	4	4	2.2	1.5	200 x 100	140
132 S	140	216	274	132 0.5	438	302.5	M 10	89	38 k6	80	5.5	5.5	3	2.2	200 x 125	140
132 M	178	216	274	132 0.5	476	302.5	M 10	89	38 k6	80	7.5	7.5	5.5	3	224 x 125	160
160 M	210	254	335	160 0.5	582	368	M 12	108	42 k6	110	11	11	7.5	5.5	250 x 140	180
160 L	254	254	335	160 0.5	626	368	M 12	108	42 k6	110	18.5	15	11	7.5	280 x 140	200
180 M	241	279	372	180 0.5	644	417.5	M 12	121	48 k6	110	22	18.5	-	-	280 x 140	200
180 T	279	279	372	180 0.5	682	417.5	M 12	121	48 k6	110	22	22	15	11	280 x 140	224
200 L	305	318	410	200 0.5	740	463	M 16	133	55 m6	110	37	30	22	15	315 x 160	224
225 S	286	356	451	225 0.5	763	508	M 16	149	55 m6	110	37	37	-	18.5	315 x 200	250
225 M	311	356	451	225 0.5	786	508	M 16	149	55 m6	110	45	45	30	22	355 x 200	280
250 S	349	406	520	250 0.5	918	584	M 20	168	60 m6	140	55	55	37	30	400 x 200	315
280 S	368	457	585	280 1	991	664	M 20	190	65 m6	140	75	75	45	37	450 x 250	315
280 M	419	457	585	280 1	1042	664	M 20	190	65 m6	140	90	90	55	45	450 x 250	355
315 S	406	508	684	315 1	1097	739	M 24	216	80 m6	170	110	110	75	55	500 x 280	400
315 M	457	508	684	315 1	1148	739	M 24	216	80 m6	170	132	132	90	75	500 x 280	400



Gambar 2. 5 Pulley sabuk yang sesuai

2.4.3 Screw Conveyor

Screw conveyor merupakan komponen mekanis yang memiliki fungsi untuk memindahkan dan mendorong adonan kue yang berada di *hopper* ke pencetak (*mold*). *Screw conveyor* terdiri dari poros horizontal berbentuk spiral yang berputar di dalam wadah, sehingga adonan kue kacang dapat didorong secara kontinu dan

terkendali. Bahan dari *screw conveyor* ini harus memiliki bahan yang aman untuk makanan dan anti karat.



Gambar 2. 6 Screw conveyor
(Abdul Rahman, 2017)

Untuk mencari kapasitas dalam *screw conveyor* menggunakan rumus:

- Untuk menentukan pemilihan kapasitas dalam *screw conveyor* menggunakan rumus:

(KWS, 2016)

$$SC = CHF \times CF \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan:

SC = Perhitungan pemilihan kapasitas *screw* (ft^3/hr)

CHF = Perkiraan kapasitas *screw* atau Q (ft^3/hr)

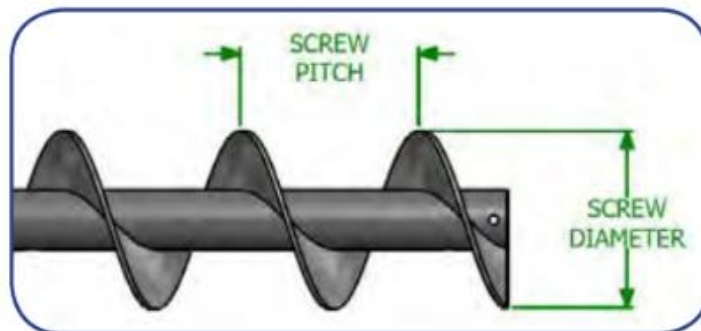
CF = Berdasarkan faktor material pada tabel karakteristik material

- Untuk mencari *pitch* yang digunakan dalam perencanaan *screw conveyor* dapat dilihat dari tabel dibawah:

Tabel 2. 2 *Capacity Factors for Special Pitches*

(KWS,2016)

Capacity Factors for Special Pitches		
Pitch	Description	Capacity Factor
Standard	Pitch = Diameter	1.00
Short	Pitch = 2/3 Diameter	1.50
Half	Pitch = 1/2 Diameter	2.00
Long	Pitch = 1-1/2 Diameters	0.67



Gambar 2.7 Ulir Screw Conveyor

(KWS, 2016)

- Untuk mencari gesekan daya penggerak konveyor tanpa beban menggunakan rumus:

(KWS, 2016)

$$FHP = \frac{Df \times Hbf \times L \times s}{1.000.000} \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan:

FHP = Gesekan daya penggerak konveyor tanpa beban (HP)

Df = (Faktor diameter konveyor dari *capacity table* (KWS, 2016))

Hbf = (*Hanger Bearing factor table* (KWS, 2016))

L_{screw} = Panjang *screw* (ft)

s = Kecepatan aktual konveyor (rpm)

- Untuk menentukan daya yang diperlukan dalam memindahkan material dapat menggunakan rumus:

(KWS, 2016)

$$MHP = \frac{CP \times MF \times L}{1.000.000} \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan:

MHP = Material Horsepower (HP)

Cp = Kapasitas dalam (ft / hr)

L = Panjang *conveyor* (ft)

MF = (Faktor Material dari *bulk material table* (KWS, 2016))

- Untuk menentukan total kebutuhan daya dapat menggunakan rumus:
(KWS, 2016)

$$TSHP = FHP + MHP \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan:

$TSHP$ = Menentukan total kebutuhan daya (HP)

FHP = gesekan daya penggerak konveyor tanpa beban (HP)

MHP = Daya untuk memindahkan material (HP)

2.4.4 Poros

Poros adalah salah satu komponen elemen mesin yang berfungsi sebagai penerus putaran dari motor penggerak ke komponen yang digerakkan. Pada penerus putaran tersebut dapat menggunakan kopling, *pulley* dan roda gigi. Dengan adanya poros diharapkan meneruskan momen puntir dan inersia untuk meneruskan putaran.



Gambar 2. 8 Poros
<https://teknik-mesin1.blogspot.com/2011/05/poros.html>

Untuk perhitungan poros yang direncanakan pada alat pencetak kue kacang otomatis ini tergantung dengan ukuran mesin dan motor penggerak yang digunakan, untuk rumus menghitung daya poros yaitu:

(Sularso dan Kiyokatsu Suga,2004)

$$P = \frac{(2 \pi \times n \times T \times l)}{60} \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan:

- P : Daya Poros (kW)
- n : Putaran Poros per Menit (rpm)
- T : Daya Motor (kg/mm)
- l : Moment Inersia (kgm^2)

Poros juga memiliki daya rencana, jika P adalah daya nominal output dari motor penggerak, maka banyak macam keamanan yang dapat diambil dari perencanaan sehingga koreksi pertama yang diambil bernilai kecil. Jika faktor koreksi adalah f_c maka daya rencana P (kW) dengan rumus:

(Sularso dan Kiyokatsu Suga,2004)

$$P_d = f_c \cdot P \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan:

P_d : Daya rencana (kW)

fc : Faktor koreksi daya yang ditransmisikan

P : Daya (kW)

Tabel 2.3 Faktor - Faktor Koreksi Daya Poros

Daya yang ditransmisikan	fc
Untuk daya rata-rata yang diperlukan	1,2 - 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 - 1,2
Daya Normal	1,0 - 1,5

(Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2004)

Setelah mengetahui daya poros yang akan digunakan selanjutnya harus mengetahui moment puntir pada poros yang akan dipakai untuk alat pencetak kue kacang otomatis dengan metode konveyor, dengan menggunakan rumus:

(Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2004)

$$P_d = \frac{(T/1000)(2\pi n_1/60)}{102} \dots\dots\dots(2.16)$$

sehingga:

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1} \dots\dots\dots(2.17)$$

Keterangan:

P_d : Daya rencana (kW)

T : Moment puntir (kg.mm)

n_1 : Putaran poros (rpm)

Dalam perancangan poros pada alat pencetak kue kacang otomatis dengan metode konveyor, diperlukan perhitungan nilai diameter poros. Diameter poros merupakan dimensi utama yang menentukan kinerja serta kekuatan poros dalam menyalurkan torsi dan gaya yang dibutuhkan tanpa mengalami kegagalan. Untuk menentukan diameter poros, perhitungan dapat dilakukan menggunakan rumus berikut:

(Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2004)

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} K_t C_b T \right]^{1/3} \dots\dots\dots(2.18)$$

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{Sf_1 \times Sf_2} \dots\dots\dots(2.19)$$

Untuk menentukan kekuatan poros, dibutuhkan juga perhitungan tegangan geser. Tegangan geser didapat dari moment puntir yang dibebankan pada suatu diameter poros, untuk mencari tegangan geser menggunakan rumus:

(Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2004)

$$\tau = \frac{T}{(\pi d_s^3 / 16)} = \frac{5,1T}{d_s^3} \dots\dots\dots(2.20)$$

Keterangan:

τ : Tegangan geser (kg/mm^2)

T : Moment puntir (kg.mm)

d_s : Diameter poros (mm)

τ_a : Tegangan geser yang diizinkan (kg/mm^2)

K_t : Faktor koreksi dari ASME

C_b : Faktor beban lentur

σ_B : Kekuatan tarik ASME

Sf_1 : Faktor keamanan material poros

Sf_2 : Faktor keamanan beban dan kondisi poros

2.4.5 *Pillow Block Bearing*

Pillow Block Bearing merupakan bantalan yang berfungsi sebagai penopang poros pada mesin dan dilengkapi dengan bantalan serta aksesoris pendukung agar poros dapat beroperasi dengan optimal. Bantalan ini memiliki beberapa keunggulan, seperti kemudahan pemasangan berkat adanya dudukan khusus, ketahanan yang tinggi, kemampuan dalam mengurangi gesekan antara poros dan elemen mesin lainnya, serta kemudahan dalam proses perawatan dan penggantian.

Penggunaannya sangat luas, mulai dari industri berat seperti pertambangan dan manufaktur, sistem konveyor, mesin CNC, 3D printer, hingga peralatan rumah tangga. Berdasarkan jenisnya, *Pillow Block Bearing* terbagi menjadi beberapa kategori, yaitu tipe satu baris dengan satu baris elemen gelinding, tipe dua baris yang memiliki dua baris elemen penggulung, serta tipe horizontal yang dirancang untuk menahan beban tinggi atau mengurangi gesekan secara maksimal.

Dari segi material, *Pillow Block Bearing* dapat dibuat dari berbagai bahan, seperti cor besi, cor baja, perunggu, dan nilon. Untuk memastikan kestabilan dan kinerja yang optimal, bantalan ini umumnya dipasang dengan cara dibaut pada pondasi agar tetap kokoh dan aman selama penggunaan.

Jenis bantalan dan ukuran bantalan dapat diketahui dengan persamaan berikut:

1. Beban ekivalen dinamis

Beban ekivalen dinamis adalah suatu beban yang memberikan umur yang sama dengan umur yang diberikan oleh beban dan kondisi putaran yang sebenarnya. (Niemann, 1992).

$$Pr = X.V.Fr + Y.Fa \dots\dots\dots(2.21)$$

Keterangan:

Pr : Beban ekivalen dinamis (kg)

X : Faktor beban radial

V : Faktor putaran

Fr : Beban radial (kg)

Y : Faktor beban axial

Fa : Beban aksial (kg)

2. Faktor kecepatan putaran bantalan. (Sularso, 2004).

$$fn = [33,3 n]^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots(2.22)$$

3. Faktor umur bantalan. (Sularso, 2004).

$$fh = fn.c.p \dots\dots\dots(2.23)$$

Keterangan:

fn : faktor kecepatan putaran

fh : faktor umur

C : beban normal spesifik (kg)

P : beban ekivalen (kg)

4. Umur nominal. (Sularso, 2004).

$$Lh = 500 fh^3 \dots\dots\dots(2.24)$$

Keterangan:

Lh : faktor nominal (jam)

fh : faktor umur

5. Faktor keandalan umur bantalan. (Sularso, 2004).

$$Ln = a1 . a2 . a3 . Lh \dots\dots\dots(2.25)$$

Keterangan:

Ln : Faktor keandalan umur bantalan

$a1$: Faktor keandalan

$a2$: Faktor bahan

$a3$: Faktor kerja

Lh : Faktor nominal (*jam*)

2.4.6 Conveyor

Sistem konveyor adalah alat mekanis penting dalam industri, termasuk sektor makanan, untuk memindahkan material secara otomatis guna meningkatkan efisiensi dan kebersihan. Dalam industri makanan, konveyor membantu mencegah kontaminasi dan memastikan keamanan produk dengan desain yang memenuhi standar sanitasi. Keunggulan utama konveyor adalah otomatisasi proses produksi sehingga mengurangi kesalahan manusia, meningkatkan konsistensi, serta memungkinkan pemantauan produk secara real-time. Selain itu, *conveyor food process custom* memiliki fleksibilitas desain dengan material *food-grade*, tahan panas, dan antimikrobia, menjadikannya solusi strategis dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas di era industri 4.0.

Untuk menghitung dan memahami sistem konveyor pada alat pencetak kue kacang, beberapa rumus penting yang dapat digunakan yaitu:

(R. S. Khurmi And J. K. Gupta, A Textbook Of Machine Design, 2005)

- a. Menghitung waktu tempuh konveyor dengan rumus:

$$t = \frac{L}{v} \dots\dots\dots(2.26)$$

Keterangan:

t : Waktu tempuh (*detik*)

L : Jarak pada konveyor (*meter*)

v : Kecepatan sabuk (*m/s*)

- b. Menghitung torsi yang dibutuhkan motor berdasarkan daya listrik dan rpm dengan rumus:

$$T = \frac{P \times 60}{2\pi \times N} \dots\dots\dots(2.27)$$

Keterangan:

T :Torsi (*Nm*)

P : Daya mekanik motor (*Watt*)

- c. Menghitung daya *input conveyor* dengan rumus:

(Alexander & Sadiku, Fundamentals of Electric Circuits 5th edition, 2013)

$$P = V \times I \dots\dots\dots(2.28)$$



Gambar 2. 9 Belt Konveyor
(<https://www.bpxsolutions.com/>)

2.4.7 Bor Sebagai Pengganti Mixer

Bor digunakan sebagai alternatif pengganti mixer dalam proses pencampuran bahan baku kue kacang menjadi adonan. Penggunaan bor dimodifikasi dengan memasang alat pengaduk (biasanya garpu pengaduk dari mixer atau alat sejenis) pada ujung mata bor. Ketika bor dinyalakan, putaran motor bor menghasilkan gerakan memutar yang dapat mencampur bahan dengan efektif, mirip seperti fungsi mixer pada umumnya.

Bor sebagai pengganti mixer terdiri dari motor bor, tombol on/off, serta alat pengaduk yang dapat dilepas-pasang. Alat pengaduk ini terbuat dari bahan stainless steel agar tetap steril, mudah dibersihkan, dan tahan terhadap karat saat bersentuhan dengan bahan makanan. Meskipun bukan alat dapur standar, bor cukup efektif digunakan dalam skala rumahan atau produksi kecil sebagai solusi alternatif ketika mixer tidak tersedia atau tidak cukup kuat ketika mengaduk.

Untuk menentukan daya penggerak untuk mengaduk adonan kue kacang, dapat diketahui melalui tahapan dan rumus sesuai standard ASME sebagai berikut ini:

1. Menentukan besar momen puntir yang bekerja (T):

(Aidil Fajar, 2025)

$$\omega = \frac{Rpm \times 2\pi}{60} \dots\dots\dots(2.29)$$

$$T = \frac{P}{\omega} \dots\dots\dots(2.30)$$

Keterangan:

T : Momen puntir atau torsi (N/m)

P : Daya ($Watt$)

ω : Kecepatan sudut (rad/s)

2. Nilai *drag coefficient* (CD) tergantung pada bentuk luasan penampang yang mengenai bahan, besarnya dapat dilihat pada tabel C1. Besarnya kecepatan pengaduk didapat dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

(Sularso, Dasar Pemilihan & Perencanaan Elemen Mesin, 1997:166)

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \times 1000} \dots\dots\dots(2.31)$$

Keterangan :

D : Diameter poros (mm)

n : Putaran (rpm)

3. Besarnya gaya pengaduk dapat didekati dengan rumus sebagai berikut:

(McDonald, Introduction to Fluid Mechanics, 1997 :434)

$$F_D = C_D \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot A \dots\dots\dots(2.32)$$

Keterangan :

C_D : *Drag coefficient*

F_D : Gaya Pengaduk (N)

v : Kecepatan pengaduk (m/s)

A : Luasan yang menabrak bahan (m^2)

ρ : Massa jenis (kg/m^3)

4. Besarnya daya yang diperlukan untuk mengaduk dapat dirumuskan:

(McDonald, Introduction to Fluid Mechanics, 1997 :434)

$$P = F_D \cdot v \dots\dots\dots(2.33)$$

Keterangan :

v : Kecepatan pengaduk (m/s)

F_D : Gaya pengaduk (N)

2.4.8 *Hopper*

Hopper (wadah adonan) berfungsi sebagai tempat untuk mencampur, mengaduk, atau mengolah berbagai bahan makanan secara merata. Dalam pembuatan kue, termasuk kue kacang, wadah ini membantu mencampurkan bahan kering dan basah hingga membentuk adonan dengan tekstur yang homogen. *Hopper* didesain berbentuk kerucut pancung yang memiliki efektif dalam proses pencampuran adonan kue kacang karena memungkinkan bahan-bahan seperti tepung, kacang, gula, dan mentega tercampur lebih merata tanpa meninggalkan sisa di sudut wadah. Selain itu, desain ini membantu mengoptimalkan aliran bahan ke bagian bawah, meminimalkan endapan, serta memudahkan proses pengosongan adonan.

Untuk menentukan volume *hopper* pada alat pencetak kue kacang ini dihitung menggunakan rumus:

1. Volume silinder dihitung menggunakan rumus:

(Setia Budi A., 2018)

$$V_1 = \pi r^2 t \dots\dots\dots(2.34)$$

Keterangan:

r : jari-jari (setengah dari diameter)

t : tinggi

π : 3,1416

2. Volume frustum (kerucut terpancung) dapat dihitung dengan rumus:

(Setia Budi A., 2018)

$$V_2 = \frac{1}{3} \pi t (r_1^2 + r_1 r_2 + r_2^2) \dots\dots\dots(2.35)$$

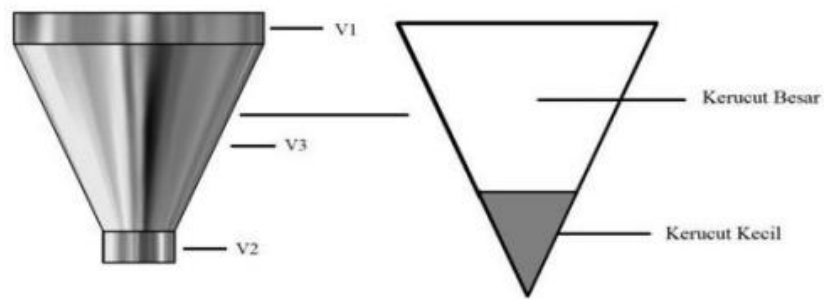
Keterangan :

V : Volume wadah (m^3)

t : Tinggi (m)

r : Jari-jari (m)³

Sehingga diketahui volume *hopper* dengan cara menambahkan hasil dari penjumlahan volume silinder dan volume frustrum.



Gambar 2. 10 *Hopper*
(Setia Budi A., 2018)