

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Alat dan Mesin Pakan

Alat dan mesin yang digunakan untuk pembuatan pakan terdiri dari berbagai jenis dan tipe penggerak. Berikut ini adalah beberapa alat atau mesin yang digunakan untuk membuat pakan.

#### 1) *Hammer Mill*

Hammer Mill adalah sebuah perangkat yang dirancang untuk mengubah bahan baku menjadi fragmen-fragmen kecil melalui serangkaian pukulan menggunakan palu. Fungsinya adalah untuk mengurangi ukuran bahan dengan cara memukulnya antara palu dan dinding secara berulang. Selanjutnya, bahan-bahan tersebut didorong melalui plat berlubang, yang menghasilkan panas dalam prosesnya. Proses penggilingan ini memerlukan daya sebesar satu kilowatt (Kw) untuk menggiling satu kilogram bahan per menit pada tingkat penggilingan sedang. Akibatnya, produk yang dihasilkan akan mengalami pemanasan dan kehilangan kadar airnya. Gambar 2 menunjukkan Mesin *Hammer Mill*.



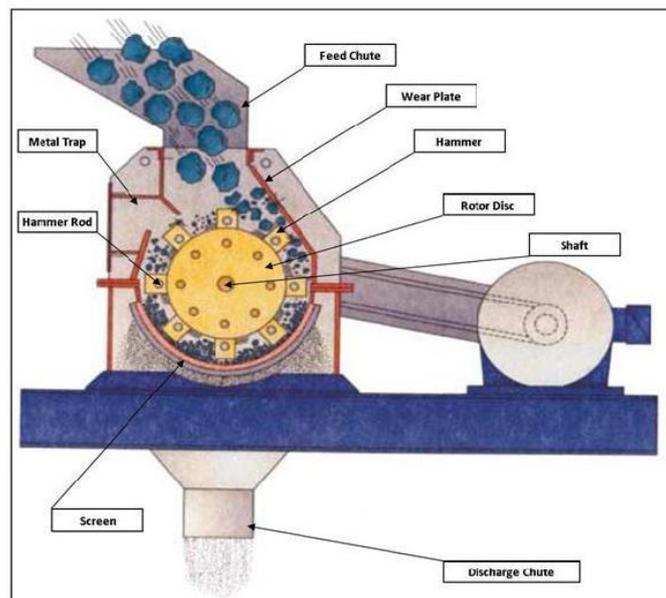
Gambar 1. Mesin Hammer Mill

Proses kerja yang terjadi pada *hammer mill* melibatkan beberapa tahap, antara lain *reducing* (pengurangan ukuran), *shearing* (pemotongan), *cutting* (pemotongan), *mixing* (pengadukan), *separating* (pemisahan), *dehydrating*

(pengeringan), dan *grinding* (penggilingan). Bahan baku dimasukkan melalui hopper, dan kecepatan aliran bahan dikontrol dengan pengatur gerak slope. Sebelum memasuki ruang penggilingan, bahan melewati magnet untuk memisahkan logam yang tercampur di dalamnya.

Sebuah *hammer mill* biasanya berbentuk drum baja yang di dalamnya terdapat poros. Pada poros tersebut dipasang *hammer* (palu), dan poros tersebut dapat berputar secara vertikal atau horizontal di dalam drum. Palu memiliki kebebasan untuk berayun dan menumbuk bahan baku.

Rotor pada *hammer mill* berputar dengan kecepatan tinggi di dalam drum, sementara bahan dimasukkan melalui hopper pakan. Setelah bahan selesai dihancurkan, hasil gilingan akan dikeluarkan melalui corong pengeluaran sesuai dengan ukuran yang telah dipilih. Bahan yang telah terpecah dan bisa melewati lubang saringan akan dibersihkan dengan semburan udara. Selanjutnya, produk ditampung, dan tepung atau bahan halus dialirkan ke pengumpul debu. Tingkat kehalusan hasil penggilingan ditentukan oleh kadar air bahan, diameter lubang saringan, dan daya motor saringan yang digunakan. Gambar 3 menunjukkan proses penggilingan bahan pakan menggunakan mesin *hammer mill*.



Gambar 2. Proses penggilingan Hammer Mill

Penggunaan *hammer mill* memiliki beberapa keuntungan, di antaranya adalah konstruksinya yang sederhana sehingga dapat menghasilkan berbagai ukuran gilingan, tahan terhadap benda asing dalam bahan, dan dapat beroperasi tanpa

bahan. Selain itu, biaya operasi dan pemeliharaannya juga lebih murah. Namun, terdapat beberapa kerugian dalam penggunaan *hammer mill*, seperti tidak dapat menghasilkan gilingan yang seragam (S. P. M. S. Dr. Achmad Jaelani, 2021).

## 2) *Burr Mill*

*Burr mill* merupakan sebuah mesin giling yang menggunakan prinsip kerja dua lempeng untuk mengurangi ukuran partikel bahan baku. Proses kerja *burr mill* dimulai dengan memasukkan bahan melalui loading atau hopper. Kedua lempeng bergerak secara berputar dan saling bergesekan, sehingga memecah bahan tersebut. Setelah proses pemecahan, bahan kemudian dikeluarkan melalui tempat pengeluaran. Selama *burr mill* bekerja, terjadi proses cutting, crushing, dan shearing untuk menghasilkan ukuran partikel yang diinginkan. Gambar 4 menunjukkan mesin burr mill.



Gambar 3. Mesin Burr Mill

Adapun kecepatan Burr mill akan sangat tergantung kepada:

- a. Penggunaan bahan makanan.
- b. Kecepatan pelat.

- c. Kondisi dan desain pelat.
- d. Jarak pelat.
- e. Keausan pelat.
- f. Jenis dan kadar air dari bahan baku.

### 3) Roller Mill

Roller Mill adalah sebuah mesin penggilingan yang menggunakan dua buah roll untuk mengurangi ukuran bahan baku. Proses kerja Roller Mill dimulai dengan menghidupkan mesin sebelum bahan dimasukkan ke dalam loading hopper. Bahan akan digiling hingga mencapai kehalusan yang diinginkan melalui gerakan gesekan antara dua roll. Setelah proses penggilingan, bahan akan keluar melalui tempat pengeluaran. Selama mesin beroperasi, Roller Mill melaksanakan berbagai proses seperti grinding, reducing, rolling, crushing, cracking, crimping, crumbling, flaking, steaming, shearing, dan cutting untuk menghasilkan hasil penggilingan yang diinginkan. Gambar 5 menunjukkan Roller mill.



Gambar 4. Roller Mill

### 2.2. Tipe – Tipe Mixer

Mixing adalah proses menggabungkan beberapa bahan baku pakan untuk mencapai hasil adukan yang homogen. Tujuan dari pencampuran yang baik adalah untuk meningkatkan penampilan ternak dengan memastikan keamanan penggunaan obat-obatan dalam jumlah yang tepat.

Prinsip utama dalam pencampuran adalah menyelesaikan proses dengan waktu dan biaya yang minimal untuk menghasilkan produk yang seragam. Tantangan dapat muncul ketika bahan-bahan yang dicampur memiliki berat jenis yang berbeda meskipun memiliki ukuran dan bentuk yang sama, atau ketika bahan-bahan tersebut memiliki ukuran dan bentuk yang berbeda.

Prinsip kerja mesin mixer adalah menciptakan aliran yang dapat mencampur bahan-bahan secara homogen. Proses pencampuran terjadi melalui difusi gerakan tak beraturan kecil dan konveksi gerakan longitudinal. Homogenitas campuran dapat diamati secara fisik, kimia, dan biologi :

- 1) Secara fisik, yaitu melalui pengamatan ransum secara langsung terhadap pencampuran bahan pakan antara satu dengan yang lainnya.
- 2) Secara kimia, yaitu melalui uji di laboratorium.
- 3) Secara biologi, yaitu berdasarkan dampak pemberian campuran pakan terhadap ternak.

Hasil pencampuran dipengaruhi oleh beberapa hal berikut ini.

- a. Operator mesin, yaitu kemampuan dari pekerja dalam mencampur bahan makanan dan mengoperasikan mesin.
- b. Kapasitas isi mesin dalam mencampur bahan makanan yang akan memengaruhi kapasitas kerja.
- c. Bahan baku, baik ukuran dan bentuk partikel bahan, berat jenis, sifat higroskopis, kepadatan, viskositas, dan kepekaan terhadap muatan gaya magnet bahan.

Jenis mixer terbagi menjadi enam macam berdasarkan sistem kerja (batch mixer dan continous mixer), berdasarkan jenis alat pengaduk (paddles mixer dan ribbon screw atau auger mixer), dan berdasarkan bentuk bangun (vertical mixer dan horizontal mixer) (Ruttloff C., 1981).

#### 1) Batch Mixer

Batch mixing menjadi pilihan yang populer karena beberapa alasan berikut:

- a. Lebih efisien dan dapat disesuaikan dengan pabrik skala kecil (proses semi-kontinu) di mana pekerja dapat melakukan proses pengisian, pencampuran, dan pengosongan.

- b. Dapat dioperasikan secara otomatis, memungkinkan pengaturan yang lebih akurat dan konsisten.
- c. Dapat digunakan sebagai rotary drum dryer, memungkinkan proses pengeringan pada saat yang sama dengan pencampuran.
- d. Efisien untuk penggilingan formula adonan yang sering berubah-ubah, memungkinkan penyesuaian cepat dan fleksibel terhadap perubahan komposisi bahan.

## 2) Continuous Mixer

Sistem pencampuran kontinu sering dikaitkan dengan biaya operasional yang tinggi. Bahan-bahan digerakkan oleh komponen-komponen seperti auger, star wheel, dan screw conveyor. Untuk memastikan akurasi pemrosesan bahan, digunakan mesin timbang otomatis. Pencampuran kontinu dapat dilakukan menggunakan alat screw conveyor selama proses pengangkutan bahan.

Beberapa keuntungan penggunaan sistem pencampuran kontinu dibandingkan dengan mixer batch adalah sebagai berikut:

- a) Ukuran feeder lebih kecil, namun dapat bekerja secara kontinu (kecepatan pencampuran tergantung pada kinerja feeder). Pada sistem batch, feeder harus beroperasi secara intermitten untuk mengangkut volume bahan yang besar dalam waktu singkat.
- b) Biaya awal operasional dan instalasi lebih rendah.
- c) Karena bin penyimpanan bahan berada tepat di atas feeder, tidak diperlukan tambahan bin untuk operasional (bin live bottom).
- d) Sistem pencampuran kontinu dapat mencapai kapasitas pencampuran hingga 10-120 ton/jam jika kemampuan pengeluaran bahan dari feeder ditingkatkan.

## 3) Paddles Mixer

Paddles mixer adalah jenis mixer yang memiliki efisiensi tinggi dan bekerja dengan cepat, memberikan pencampuran yang akurat dan seragam bahkan untuk bahan dengan perbedaan yang signifikan. Desain pedal pada paddles mixer memastikan keluarnya bahan secara efektif. Konstruksi mixer yang kuat juga membuatnya memiliki daya tahan yang lama.

Keuntungan menggunakan paddles mixer termasuk kemampuannya untuk mencampur dengan kecepatan 10 kali lebih cepat, yang pada gilirannya meningkatkan kapasitas produksi. Proses pencampuran yang halus juga menghasilkan tingkat degradasi produk yang minimal. Pencampuran yang homogen memungkinkan pencampuran molases dan bahan-bahan lain dengan tingkat penambahan molases mencapai 30-40%.

#### 4) Ribbon Mixer

Ribbon (screw) mixer merupakan salah satu alat pencampur yang sangat umum digunakan di industri. Biasanya, ribbon (screw) mixer dioperasikan pada suhu ruangan, tetapi juga dapat dilengkapi dengan lapisan untuk pemanasan menggunakan uap panas pada tekanan atmosfer atau air pendingin.

Ribbon (screw) mixer terdiri dari casing yang memiliki bentuk kotak terbuka, dengan panjang sekitar 2-3 kali lebih besar dari lebarnya. Bagian bawah casing biasanya berbentuk setengah lingkaran. Pada poros horizontal di dalam casing, terdapat pisau berbentuk pita (ribbon blades), paddle, atau sekrup heliks yang dipasang. Pisau-pisau ini memiliki lengan yang sangat dekat dengan dinding casing untuk meminimalkan area yang tidak tercakup oleh pisau.

Bentuk paling efektif dari pisau ribbon ini adalah spiral ganda (dual spiral), di mana pisau bagian luar menggerakkan bahan dalam satu arah dan pisau bagian dalam bergerak ke arah yang berlawanan.

#### 5) Vertikal Mixer

Vertical mixer umumnya digunakan di pabrik-pabrik kecil atau peternakan yang melakukan pencampuran pakan sendiri (Wirakartakusumah, 1992). Vertical mixer menggunakan dua ulir pengaduk (double screws) atau dalam beberapa kasus menggunakan satu ulir (single screw). Salah satu keuntungan dari vertical mixer adalah biayanya yang relatif lebih murah, termasuk biaya instalasinya yang lebih rendah dibandingkan dengan horizontal mixer. Selain itu, vertical mixer juga membutuhkan ruang yang lebih sedikit.

Namun, ada beberapa kerugian dalam penggunaan vertical mixer. Salah satunya adalah waktu pencampuran yang cenderung lebih lama dibandingkan dengan horizontal mixer. Selain itu, kapasitas penambahan cairan pada vertical mixer biasanya lebih rendah daripada horizontal mixer. Pengelolaan sisa adonan juga bisa menjadi lebih sulit dalam penggunaan vertical mixer.

#### 6) Horizontal Mixer

Horizontal mixer banyak digunakan di pabrik-pabrik pakan. Saat menggunakan horizontal mixer, bahan dimasukkan ke dalam mixer secara berurutan, dimulai dari bahan baku mayor, bahan baku minor, bahan aditif, dan cairan. Pada mesin mixer yang baik, pencampuran harus dapat dilakukan secara optimal untuk berbagai ukuran material, mulai dari tepung hingga butiran, dan berbagai densitas bahan, mulai dari dedak hingga tepung batu.

Kualitas pencampuran sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti ukuran partikel, bentuk atau tekstur partikel, berat spesifik (BJ), higroskopisitas partikel, kepekaan terhadap muatan elektrostatik, dan daya rekat (seperti pada permukaan kasar atau yang disebabkan oleh penambahan minyak). Evaluasi kualitas pencampuran dilakukan melalui faktor coefficient of variation (CV), yang memungkinkan pemantauan terus-menerus terhadap lamanya pencampuran, kecepatan motor, dan pemanfaatan kapasitas mixer.

Dengan demikian, penggunaan horizontal mixer memberikan fleksibilitas yang baik dalam mencampur bahan pakan dengan kualitas yang optimal, mempertimbangkan berbagai faktor seperti ukuran, bentuk, densitas, dan sifat-sifat bahan yang dicampuri (Ruttloff C., 1981).

### 2.3. Proses Produksi Industri Pakan

Proses pengolahan bahan pakan dimulai dengan penerimaan bahan dari supplier pakan yang telah memiliki kontrak dengan pabrik. Saat menerima bahan tersebut, dilakukan penginputan data mengenai jenis bahan pakan dan jumlah tonasenya. Sebelum bahan diterima, dilakukan uji kualitas terhadap kandungan nutrisi utama seperti kadar air, protein kasar, serat kasar, lemak kasar,

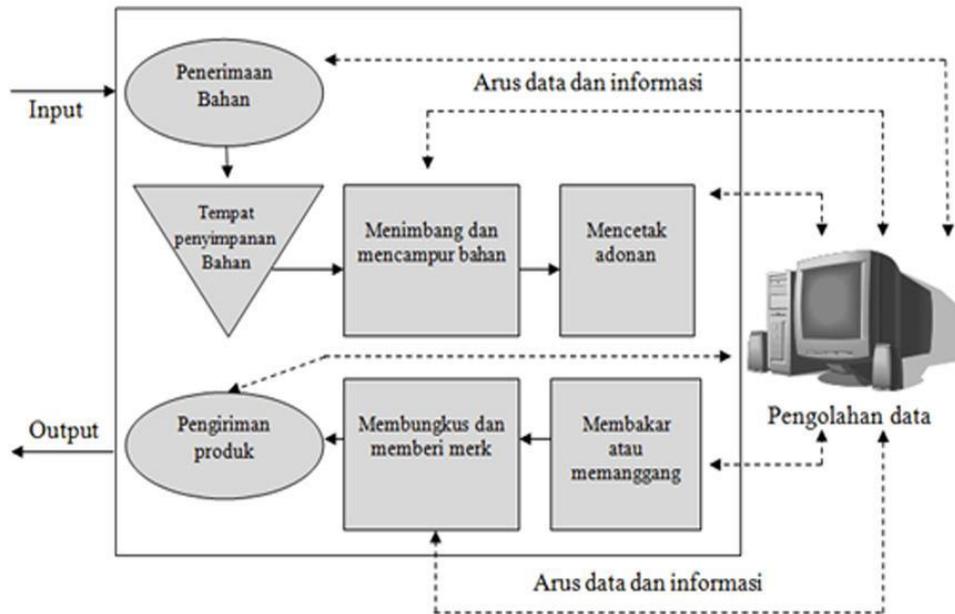
karbohidrat/energi, serta makro dan mikro mineral. Data ini kemudian diinput ke pusat data pabrik pakan.

Bahan pakan yang memenuhi standar penerimaan sesuai kontrak akan disimpan dalam silo untuk bahan pakan dalam jumlah besar seperti jagung, bungkil kedelai, dedak padi, dan sebagainya. Sementara bahan pakan dengan jumlah yang lebih sedikit akan disimpan dalam gudang bahan pakan dengan penempatan sesuai kode lokasi.

Pusat data dan formulator pakan akan menyusun formula pakan berdasarkan data terbaru, jenis pakan, kebutuhan nutrisi, dan jumlah yang akan diproduksi. Informasi mengenai penimbangan dan pencampuran bahan pakan akan disampaikan kepada bagian teknis. Aktivitas mesin pengolahan dipantau secara digital oleh teknisi di pusat data.

Proses pembuatan pakan dapat berbentuk masih (tepung), pellet, atau crumble (butiran), dan semua tahapnya diawasi dengan ketat. Setelah selesai, pakan akan dikemas dalam karung berukuran 50 kg. Timbangan sudah diatur secara digital, namun tetap ada teknisi yang memantau agar jumlah pakan dalam kemasan sesuai dengan yang ditentukan. Pengisian pakan ke dalam karung dapat dilakukan secara otomatis dengan mesin jahit yang terintegrasi, atau secara manual dengan menggunakan mesin jahit portable.

Setiap jenis pakan memiliki kode dan kemasan karung yang berbeda-beda. Pakan jadi disimpan dalam gudang pakan dengan penempatan yang teratur, menggunakan palet pada bagian bawah tumpukan untuk memudahkan pengangkutan dan distribusi. Pakan jadi kemudian diangkut menggunakan armada truk sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan berdasarkan pesanan konsumen. Mengingat jarak transportasi yang cukup jauh, truk yang digunakan biasanya berbentuk tertutup atau ditutupi terpal agar pakan jadi terlindungi dari hujan dan panas yang dapat mempengaruhi kualitasnya. Gambar 6 menunjukkan alur proses output dan input di pabrik pakan.



Gambar 5. Alur proses output dan input di pabrik pakan

## 2.4. Komponen Mesin

Komponen mesin penunjang utama dalam melakukan konstruksi dasar dari mesin yang dirancang. Komponen listrik terdiri dari.

### 1) Motor Listrik

Motor listrik adalah komponen mekanik yang berperan sebagai sumber tenaga untuk menggerakkan suatu sistem. Penggunaan motor listrik sesuai dengan kebutuhan daya mesin yang digunakan. Secara umum, motor listrik memiliki bentuk silinder dengan bagian bawahnya dilengkapi dengan dudukan yang berfungsi sebagai lubang baut untuk menghubungkannya dengan rangka mesin atau konstruksi lainnya. Poros penggerak motor terletak di salah satu ujung motor dan terletak di sisi tengah kanan, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 7 berikut ini.



Gambar 6. Motor Listrik

Jika N (rpm) adalah putaran dari poros motor listrik dan T (kg/mm) adalah torsi dari motor listrik, maka besarnya daya P (kw) yang diperlukan untuk menggerakkan sistem adalah:

$$P = \frac{T \text{ (lbf.ft)} \times n \text{ (rpm)}}{5250} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

P : Daya (Hp)

T : Torsi (lbf.ft)

n : Kecepatan putar (Rpm) (Sularso, 2004)

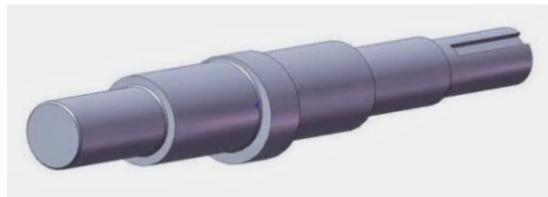
Dibawah ini merupakan Faktor Koreksi (fc) yang dapat dilihat pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Faktor Koreksi (FC)	
Daya yang akan ditransisikan	Fc
Daya rata - rata	1.2 – 2.0
Daya Maksimum	0.8 – 1.3
Daya Normal	1.0 – 1.5

2) Poros

Poros adalah komponen yang tidak bergerak dan memiliki penampang melingkar yang biasanya terhubung dengan elemen-elemen seperti roda gigi, puli, roda gila, sproket, dan elemen variabel lainnya. Fungsinya adalah untuk mentransfer daya atau tenaga melalui putaran sehingga poros ikut berputar. Poros yang digunakan dalam operasinya akan mengalami beban seperti tarikan, tekanan, geseran, dan torsi akibat gaya-gaya yang bekerja. Gambar 8 menunjukkan contoh poros yang digunakan dalam aplikasi tersebut.

Perencanaan poros harus memperhitungkan berbagai faktor sesuai dengan standar yang ditetapkan. Perhitungan tersebut mencakup daya yang direncanakan, tegangan geser, dan tegangan geser maksimum. Proses perencanaan poros ini melibatkan perhitungan dan analisis yang tepat sesuai dengan pedoman yang telah ditentukan (Sularso dan Suga Kiyokatsu, 1997).



Gambar 7. Poros

- Momen Puntir Rencana (T)

$$T : 9.74 \times 10^5 \frac{pd}{n_1} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

Pd : Daya rencana motor (kw)

N1 : Putaran motor

- Tegangan Geser Ijin ( $\tau \alpha$ )

$$\tau \alpha : \frac{\sigma B}{S.F1.S F2} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana

$\sigma B$  : Kekuatan tarik material

SF1 : Safety faktor 1

SF2 : Safety faktor 2

Untuk bahan S-C dengan pengaruh massa, dan baja paduan nilai 6,0 ialah nilai untuk SF1 ,sedangkan untuk nilai SF2 diambil nilai sebesar 1,3 sampai 3,0 “(Sularso dan Suga Kiyokatsu, 1997)

- Diameter Poros (ds)

$$ds : \frac{5,1}{\tau \alpha} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana

Ds : Diameter poros (mm)

$\tau \alpha$  : Tegangan Geser Ijin

$\tau$  : Momen Puntir Rencana

Faktor koreksi yang direkomendasikan oleh ASME juga digunakan di sini. Faktor ini dinyatakan dengan  $K_t$ , dipilih sebesar 1,0 jika beban dikenakan secara halus, 1,0-1,5 jika terjadi sedikit kejutan atau tumbukan, dan 1,5-3,0 jika beban dikenakan dengan kejutan atau tumbukan besar. Jika diperkirakan akan digunakan beban lentur, maka faktor  $C_b$  tersebut dapat dipertimbangkan dan biayanya antara 1,2 dan 2,3. Jika diperkirakan tidak akan ada beban lentur, di ambil  $C_b = 1,0$  (Sularso dan Suga Kiyokatsu, 1997).

### 3) Pulley dan Belt

Pulley dan belt adalah sistem transmisi putaran dan daya untuk jarak poros yang cukup panjang dan gesekan belt yang mempunyai bahan yang fleksibel. Kebanyakan transmisi sabuk mudah ditangani dan tidak mahal, jadi V-belt menjadi pilihan. Pulley dan belt ditunjukkan pada Gambar 9 di bawah ini.



Gambar 8. Pulley dan Belt

Keuntungan penggunaan pulley dan belt adalah sebagai berikut:

- a. Mampu menerima putaran yang cukup tinggi dan beban yang cukup besar.
- b. Pemasangan untuk jarak sumbu cukup relative panjang.
- c. Murah dan mudah dalam penanganan.
- d. Meredam kejutan dan hentakan.
- e. Tidak perlu sistem pelumasan .

Sedangkan kerugiannya adalah sebagai berikut:

- a. Suhu kerja terbatas sampai  $\pm 80$  °C.

b. Jika RPM terlalu tinggi maupun terlalu rendah maka sabuk tidak efektif.

c. Tidak cocok untuk beban berat (Sularso dan Suga Kiyokatsu, 1997).

#### 4) Bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros perbeban sehingga putaran atau gerakan bolak baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur. Bantalan harus memiliki kekuatan yang cukup agar poros dan elemen mekanis lainnya dapat berfungsi dengan baik. Ball bearing ditunjukkan pada Gambar 10 dibawah ini (Sularso dan Suga Kiyokatsu, 1997).



Gambar 9. Bantalan

#### 2.5 Pelet

Pelet adalah bentuk makanan buatan yang dibuat dari beberapa macam bahan yang mengandung gizi untuk pertumbuhan ikan lele. Cara membuatnya, bahan-bahan tersebut dijadikan adonan kemudian dicetak sehingga berbentuk batangan atau bulatan kecil-kecil. Ukurannya berkisar antara 1-2 cm. Jadi pelet tidak berupa tepung, tidak berupa butiran, dan tidak pula berupa larutan (Dwi Ary Ertanto, 2017).

Pelleting adalah proses untuk membentuk campuran bahan baku pakan menjadi bentuk pelet. Dalam teknik pelleting, digunakan mesin pelleter yang mencetak campuran pakan menjadi silinder pelet. Pelet merupakan hasil penggumpalan pakan melalui proses pemasukan pada setiap bahan atau campuran adonan dengan pemampatan dan tekanan melalui lubang die menggunakan tenaga mekanik. Mesin pelet terdiri dari dua roller dan diering. Roller tersebut terletak pada diering yang berputar searah dan mendorong bahan ke arah lubang die pada diering.

Ada dua jenis mesin pelet dan kondisi mesin, yaitu pellet mill dan farm feed pelleter. Pellet mill, yang menggunakan penambahan uap, biasanya digunakan oleh pabrik pakan besar, sementara farm feed pelleter bekerja tanpa penambahan uap dan banyak digunakan oleh peternakan yang membuat pakan pelet sendiri atau pabrik skala kecil.

Proses pembuatan pelet meliputi pencetakan, pendinginan, dan pengeringan. Tahap akhir melibatkan proses sortasi, pengepakan, dan pergudangan. Pencampuran, pengaliran uap, pencetakan, dan pendinginan merupakan proses penting dalam pembuatan pelet. Warna cokelat pada bahan dapat mempengaruhi tampilan mutu pelet. Pemanasan dapat menyebabkan dehidrasi pada gula, yang kemudian membentuk senyawa cokelat melalui polimerisasi gula dan reaksi dengan gugus amina. Gelatinasi merupakan sumber perekat alami dalam proses pelleting.

Pencetakan dilakukan melalui mesin ekstruder untuk memadatkan bentuk pelet. Suhu bahan sebelum memasuki mesin pencetak biasanya sekitar 80°C dengan kelembaban 12-15%. Kelemahan dari sistem ini adalah perlunya penambahan air sebanyak 10-20% ke dalam campuran pakan, yang kemudian membutuhkan pengeringan setelah proses pencetakan. Penambahan air bertujuan untuk membuat campuran pakan menjadi lembut agar dapat keluar melalui cetakan. Jika tidak ditambahkan air, mesin dapat macet dan pelet yang keluar dari mesin pencetak biasanya kurang padat (Pujaningsih, 2011). Gambar 11 menunjukkan ukuran flat die pada pembuatan pelet.



Gambar 10. Berbagai ukuran Flat Die

Sistem kerja mesin pencetak sederhana melibatkan mendorong campuran pakan dalam tabung besi atau baja menggunakan ulir (screw) menuju cetakan berbentuk pelat lingkaran dengan lubang berdiameter 2-3 mm, sehingga pakan keluar dalam bentuk pelet. Kelemahan dari sistem ini adalah penambahan air sebanyak 10-20% ke dalam campuran pakan yang kemudian membutuhkan pengeringan setelah proses pencetakan. Penambahan air dilakukan untuk membuat campuran pakan menjadi lembut agar dapat keluar melalui cetakan. Jika tidak ditambahkan air, mesin dapat macet. Selain itu, pelet yang keluar dari mesin pencetak biasanya kurang padat.

## 2.6 Sifat Fisik Pakan dan Pengujiannya

Sifat fisik merupakan bagian dari kategori karakteristik mutu yang dapat diamati atau diukur langsung dari suatu bahan. Sifat fisik bahan sangat penting karena dapat mempengaruhi kegunaan dan keragaman produk yang terkait dengan bahan tersebut. Beberapa sifat fisik pakan memiliki peran penting dalam proses pengolahan, penanganan, penyimpanan, dan perancangan peralatan produksi pakan. Selain itu, pemahaman tentang sifat fisik pakan juga dapat membantu dalam industri pengolahan hasil pertanian dan penerapan teknologi pengolahan lanjutan untuk memaksimalkan penggunaannya sebagai pakan ternak. Gambar 12 menunjukkan berbagai bentuk pakan.



Gambar 11. Berbagai Bentuk Pakan Ternak

Beberapa sifat fisik yang perlu diperhatikan dalam bahan pakan meliputi berat jenis, kerapatan tumpukan, kerapatan pemadatan tumpukan, dan sudut tumpukan. Sifat-sifat ini berkaitan erat dengan proses penanganan dan pengolahan bahan pakan. Karakteristik fisik bahan pakan mencakup berbagai aspek seperti ukuran,

bentuk, struktur, tekstur, warna, sifat optik, dan penampilan fisik. Selain itu, sifat-sifat yang terkait dengan panas dan kelistrikan juga dapat menjadi pertimbangan, seperti konduktivitas panas, konduktivitas listrik, dan konstanta dielektrik. Sifat fisik bahan juga dapat berkembang menjadi sifat mekanik seperti elastisitas dan kekentalan (Syarief, 1988).

Sifat fisik pakan sangat penting dalam teknologi pakan, pengadukan ransum yang homogen, aliran pakan dalam sistem pencernaan, proses absorpsi, dan penentuan kadar nutrisi. Sifat fisik dan tekstur bahan pakan menjadi parameter penting dalam merancang proses pengolahan, memenuhi persyaratan pengemasan, dan kondisi penyimpanan. Terdapat enam sifat fisik pakan yang penting, yaitu tampilan makroskopis dan mikroskopis, ukuran partikel, tingkat homogenitas, tingkat kehalusan, tingkat kekerasan, berat jenis, kerapatan tumpukan, kerapatan pemadatan tumpukan, sudut tumpukan, daya ambang, dan faktor higroskopis (Wirakartakusumah, 1992).

