

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri pengolahan kacang kedelai merupakan sektor vital dalam pemenuhan kebutuhan pangan, khususnya sebagai bahan baku tempe, tahu, susu kedelai, dan berbagai produk olahan lainnya. Efisiensi dan kualitas dalam setiap tahapan proses produksi menjadi kunci utama untuk menjaga daya saing dan kepuasan konsumen. Salah satu tahapan krusial dalam rantai pasok pengolahan kacang kedelai skala industri adalah proses pemindahan atau *Conveyorisasi* bahan baku dari satu titik ke titik lainnya, yang sering kali melibatkan penggunaan *scraper conveyor*.

Scraper conveyor adalah jenis *Conveyor* yang bekerja dengan mendorong material padat menggunakan bilah (*scraper*) yang terpasang pada rantai atau sabuk yang bergerak. Dalam konteks pemindahan kacang kedelai, alat ini berperan penting dalam mengangkut biji kedelai dalam jumlah besar, seperti 3 ton, dari area penerimaan atau penyimpanan menuju unit pemrosesan selanjutnya (misalnya, pencucian, perendaman, atau penggilingan). Kecepatan operasi *scraper conveyor* secara intuitif diasumsikan mempengaruhi kapasitas keluaran dan waktu total yang dibutuhkan untuk memindahkan sejumlah material tertentu. Namun, aspek yang sering terabaikan adalah dampaknya terhadap kualitas bahan baku itu sendiri, terutama ketika beroperasi pada kecepatan yang berbeda.

Kacang kedelai merupakan bahan pangan yang relatif sensitif terhadap perlakuan mekanis. Pengaruh kecepatan *scraper conveyor* yang tidak optimal berpotensi menimbulkan beberapa masalah kualitas, di antaranya:

1. **Kerusakan Fisik Biji Kedelai:** Kecepatan yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menyebabkan gesekan berlebihan antara biji kedelai dengan bilah *scraper* atau dinding *Conveyor*, serta antar sesama biji kedelai. Hal ini dapat mengakibatkan retakan, pecah, atau abrasi pada kulit ari biji kedelai. Kerusakan fisik ini tidak hanya mengurangi nilai estetika, tetapi juga dapat mempercepat proses oksidasi lemak, meningkatkan penyerapan air yang tidak terkontrol saat perendaman, dan menjadi jalur masuk bagi kontaminan mikrobial, yang pada akhirnya menurunkan kualitas produk akhir.
2. **Perubahan Suhu Lokal:** Gesekan yang dihasilkan oleh pergerakan *scraper* dan biji kedelai, terutama pada kecepatan tinggi, dapat meningkatkan suhu lokal. Peningkatan suhu yang signifikan dan berkelanjutan dapat memicu kerusakan protein (denaturasi) dan oksidasi lipid dalam biji kedelai, mempengaruhi nilai gizi dan stabilitas penyimpanan.
3. **Waktu Operasi dan Keterlambatan Proses:** Meskipun fokus utama adalah kualitas, waktu operasi tetap menjadi parameter penting. Kecepatan *scraper conveyor* yang mempengaruhi waktu transfer 3 ton kacang kedelai secara langsung berdampak pada efisiensi lini produksi secara keseluruhan. Keterlambatan di tahap awal dapat menyebabkan penumpukan bahan baku dan mengganggu jadwal produksi. Namun, pengejaran waktu yang terlalu agresif dengan mengorbankan kecepatan optimal dapat berdampak negatif pada kualitas, sehingga menimbulkan dilema.

Mengingat kompleksitas interaksi antara parameter operasional (kecepatan *scraper conveyor*) dan karakteristik bahan baku (kacang kedelai), serta pentingnya menjaga kualitas produk, penelitian mengenai pengaruh kecepatan *scraper*

conveyor terhadap waktu operasi saat dibebankan dengan massa 3 ton kacang kedelai dari aspek kualitas menjadi sangat relevan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan data empiris dan panduan operasional yang optimal bagi industri pengolahan kacang kedelai untuk mencapai keseimbangan antara efisiensi produksi (waktu operasi) dan preservasi kualitas bahan baku, yang pada gilirannya akan berkontribusi pada peningkatan mutu produk akhir dan profitabilitas perusahaan.

Berdasarkan uraian di atas, penulis terinspirasi untuk melakukan penelitian dengan judul:

**“PENGARUH KECEPATAN PUTAR SCRAPER *CONVEYOR* TERHADAP
WAKTU OPERASI SAAT DIBEBANKAN DENGAN MASSA 3 TON
KACANG KEDELAI DARI ASPEK KUALITAS DI PT. FKS MULTI
AGRO TBK”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian penulis di atas, maka penulis dapat mengambil dan merumuskan beberapa masalah sebagai berikut :

1. Berapa lama waktu yang dibutuhkan dalam penghantaran kacang kedelai sebanyak 3 ton dengan variasi kecepatan putar *conveyor* 70, 75, 80, 85, dan 90 rpm?
2. Pengaruh lama waktu dan kecepatan penghantaran terhadap mutu atau kualitas Produk.

1.3 Tujuan Dan Manfaat Penelitian

A. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui waktu yang di butuhkan pada saat penghantaran Produk dengan kecepatan putar *conveyor* yang bervariasi.

2. Mengetahui mutu atau kualitas produk.

B. Manfaat Penelitian

- 1 Mampu mengetahui waktu yang dibutuhkan dalam penghantaran kacang kedelai.
- 2 Mampu mengetahui mutu atau kualitas produk yang baik.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kacang Kedelai

Kacang Kedelai atau *soya* adalah salah satu tanaman polong-polongan yang menjadi bahan dasar kebanyakan makanan dari Asia Timur seperti susu kedelai, Kecap, tahu dan tempe. Berdasarkan peninggalan arkeologi, tanaman ini telah dibudidayakan sejak 3500 tahun yang lalu di Asia Timur. Kedelai merupakan sumber utama protein nabati dan minyak nabati dunia. Tanaman kedelai merupakan tanaman semusim yang memiliki masa pada 72-90 Hari. Tanaman kedelai tumbuh tegak dengan tinggi 40-90 cm, memiliki daun tunggal dan daun bertiga (trifoliate). Percabangan pada tanaman kedelai sangat sedikit dan sebagian bertrikoma padat baik di daun maupun polong (Lagiman, Suryawati, & Widayanto, 2022). Gambar 2.1 menunjukkan pertanaman kedelai.



Gambar 2.1 Pertanaman Kedelai. (Lagiman, Suryawati, & Widayanto, 2022)

2.1.1 Akar

Sistem perakaran pada kedelai memiliki ciri khas di mana akar kedelai bersimbiosis dengan bakteri akar *Rhizobium japonicum* yang menyebabkan terbentuknya bintil akar. Bintil akar berperan penting dalam proses fiksasi nitrogen.

Nitrogen yang dihasilkan ini dibutuhkan oleh tanaman kedelai untuk pertumbuhan dan perkembangannya.

2.1.2 Batang

Batang pada tanaman kedelai dikenal dua tipe pertumbuhan batang, yaitu determinate dan indeterminate. Tanaman kedelai dengan pertumbuhan batang determinate memiliki ujung batang yang berakhir dengan rangkaian bunga, cabang-cabang batangnya tumbuh tanpa melilit, tetapi lurus tegak ke atas. Pertumbuhan batang indeterminate memiliki ujung batang tidak berakhir dengan rangkaian bunga dan cabang-cabang batangnya tumbuh melilit. Batang tanaman kedelai ada yang bercabang dan ada yang tidak bercabang tergantung dari varietas kedelai, tetapi pada umumnya cabang pada tanaman kedelai berjumlah antara 1-5 cabang (Situmorang, 2021).

2.1.3 Daun

Jarak daun kedelai selang – seling, memiliki tiga buah daun (trifoliate), petiola berbentuk panjang menyempit dan silinder, Stipulanya terbentuk lanseolat kecil, dan stipel kecil, lembaran daun berbentuk oval menyirip, biasanya palea berwarna hijau dan pangkal berbentuk bulat. Ujung daun biasanya tajam atau tumpul, lembaran daun samping sering agak miring, dan sebagian besar kultivar menjatuhkan daunnya ketika buah polong mulai matang (Situmorang, 2021). Setiap daun kedelai memiliki sepasang stipula pada dasar daun yang menempel pada batang.

2.1.4 Bunga

Bunga tanaman kedelai termasuk bunga sempurna (Hermaphrodite), yakni pada setiap kuntum bunga terdapat alat kelamin betina (putik) dan kelamin jantan

(benang sari). Tanaman kedelai mulai berbunga pada umur 35-39 hari. Sekitar 60% bunga gugur sebelum membentuk polong hal disebabkan dipengaruhi oleh faktor genetik (Manurung, Pandiangan, & Lumbanraja, 2020). Bunga tanaman kedelai terletak di ketiak daun, menyerupai kupu-kupu berwarna putih & ungu.

2.1.5 Polong dan Biji Tanaman Kedelai

Biji kedelai berbentuk polong, setiap polong berisi 1–4 biji. Polong kedelai pertama kali muncul sekitar 10-14 hari masa pertumbuhan yakni setelah bunga pertama muncul. Warna polong yang baru tumbuh berwarna hijau dan selanjutnya akan berubah menjadi kuning atau coklat pada saat dipanen (Stefia, 2017).

2.1.6 Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai

Adapun syarat – syarat tumbuh tanaman kedelai sebagai berikut:

A. Iklim

Tanaman kedelai dapat tumbuh pada suhu yang beragam. Hal ini dikarenakan perkecambahan biji tertekan pada kondisi kelembaban tanah yang tinggi dan banyaknya biji yang mati akibat respirasi air dari dalam biji yang terlalu cepat. Suhu yang dikehendaki tanaman kedelai adalah 23-27°C (Stefia, 2017). Kedelai tumbuh dengan kondisi yang optimal pada kondisi tanah yang lembab. Kondisi seperti ini dibutuhkan sejak benih ditanam hingga polong mulai berisi. Kekurangan air pada masa pertumbuhan ini akan menyebabkan tanaman menjadi kerdil, bahkan dapat menyebabkan kematian pada tanaman yang mengalami kekeringan.

B. Tanah

Tanaman kedelai dapat beradaptasi dengan berbagai jenis tanah dan salah satu jenis tanah yang disukai oleh tanaman kedelai adalah tanah yang

bertekstur ringan hingga sedang dan berdrainase baik. Hal yang penting untuk diperhatikan dalam pemilihan lahan penanaman tanaman kedelai adalah tata udara (aerasi) dan tata air (irigasi dan drainase), tanah bebas dari kandungan nematoda, serta tingkat keasaman tanah (pH) 5,0-7,0. Tekstur tanah liat berpasir atau tanah gembur yang mengandung cukup bahan organik (Manurung, Pandiangan, & Lumbanraja, 2020).

2.2 Mesin Pemindah Bahan

Mesin pemindah bahan (material handling equipment) adalah peralatan yang digunakan untuk memindahkan muatan yang berat dari satu tempat ke tempat lainnya dalam jarak yang tidak jauh, misalnya pada atau departemen pabrik, pada tempat penumpukan bahan, lokasi konstruksi, tempat penyimpanan dan pembongkaran muatan dan sebagainya. Mesin pemindah bahan hanya memindahkan muatan dalam jumlah dan besar tertentu dan jarak tertentu dengan perpindahan bahan ke arah vertikal, horizontal, atau kombinasi keduanya (Nadeak, 2022).

Untuk Operasi bongkar dan muat muatan tertentu, mekanisme mesin pemindah bahan dilengkapi dengan alat pemegang khusus yang dapat dioperasikan dengan mesin bantu ataupun secara manual.

Mesin pemindah bahan dapat dibagi dengan tiga kelompok, yaitu:

1. Peralatan pengangkat (lifting device), yaitu peralatan yang ditujukan untuk memindahkan barang secara berkala, misal:
 - a. Mesin pengangkat, misal kerek dan dongkrak
 - b. *Crane*, misal *ship unloader*, *mobile crane* dan *tower crane*
 - c. *Elevator*

2. Peralatan pengangkut (*Conveyor*), yaitu peralatan yang ditujukan untuk memindahkan muatan curah maupun satuan secara kontinu, seperti *screw Conveyor*, *belt Conveyor*, *roller Conveyor*, dan sebagainya.
3. Peralatan permukaan dan *overhead*, yaitu peralatan yang ditujukan untuk memindahkan muatan curah dan satuan, baik secara berkala maupun kontinu, seperti *scraper*, eskavator, *bulldozer* dan lain-lain (Zainuri, 2010).

Muatan pada mesin pemindah bahan dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu :

1. Muatan curah atau yang disebut *bulk load* terdiri atas banyak partikel atau gumpalan yang secara homogeny contohnya batu bara, biji besi, semen, pasir, tanah, tanah liat, batu, dan sebagainya.
2. Muatan satuan atau yang disebut *unit load* terdiri dari curah yang terbungkus dalam satu kotak atau karung seperti contohnya di dalam peti kemas, karung, dan lain-lain yang dapat berbeda dalam bobot dan juga bentuknya.

2.2.1 Dasar Pemilihan Mesin Pemindah Bahan

Mesin pemindahan bahan harus dapat memindahkan muatan ke tujuan yang ditentukan dalam waktu yang di jadwalkan, dan harus diantarkan ke departemen atau unit produksi dalam jumlah yang ditentukan. Mesin harus dapat di mekanismekan sedemikian rupa sehingga memerlukan sedikit mungkin operator untuk pengendalian, pemeliharaan, perbaikan, dan tugas tambahan lainnya. Alat ini harus aman dalam operasinya dan ekonomis baik dalam operasinya maupun modal awalnya.

Faktor-faktor teknis penting yang perlu diperhatikan saat pemilihan jenis mesin pemindah bahan antara lain:

1. Jenis dan sifat bahan yang akan ditangani.
2. Kapasitas per jam yang dibutuhkan.
3. Arah dan jarak perpindahan.
4. Cara menyusun muatan pada tempat asal, akhir dan antara.
5. Karakteristik proses produksi yang terlibat dalam pemindahan muatan.
6. Kondisi lokal yang spesifik.
7. Jangka waktu penggunaan alat.

Parameter teknis yang juga perlu dipertimbangkan dalam pengoperasian mesin pemindah bahan, antara lain :

1. Kapasitas pemindahan dan kecepatan (ton/jam),
2. Berat mati peralatan (dead weight of equipment).
3. Kecepatan berbagai gerakan peralatan.
4. Tinggi angkat (lifting height).
5. Ukuran geometris peralatan, antara lain bertangan, panjang, dan lebar.

2.2.2 Conveyor

Conveyor adalah suatu sistem mekanik yang mempunyai fungsi memindahkan barang dari satu tempat ke tempat yang lain. *Conveyor* banyak dipakai di industri untuk transportasi barang yang jumlahnya sangat banyak dan berkelanjutan. Dalam kondisi tertentu, *Conveyor* banyak dipakai karena mempunyai nilai ekonomis yang lebih dibanding transportasi berat seperti truk dan mobil pengangkut. Jenis *conveyor* membuat penanganan alat berat tersebut/produk lebih mudah dan lebih efektif. *Conveyor* dapat memobilisasi barang dalam jumlah

banyak dan kontinu dari satu tempat ke tempat lain. Perpindahan tempat tersebut harus mempunyai lokasi yang tetap agar sistem *conveyor* mempunyai nilai ekonomis. Kelemahan sistem ini adalah tidak mempunyai fleksibilitas saat lokasi barang yang dimobilisasi tidak tetap dan jumlah barang yang masuk tidak kontinu.

Banyak sekali macam jenis dan karakteristik *conveyor* untuk keperluan banyak macam proses produksi. Sebelum memutuskan untuk mendesain suatu *conveyor* dapat dipahami terlebih dahulu bagaimana alur proses produksi yang nantinya akan dilewati *conveyor*, serta tipe produk atau bentuk barang yang akan melewati *conveyor* tersebut. *Conveyor* terdiri dari beberapa macam jenis seperti *Roller Conveyor*, *Belt Conveyor*, *Chain Conveyor*, *Pneumatic Conveyor*, *Screw Conveyor* dan lainnya (Rapa, 2020).

Dalam industri, ada kalanya terdapat bahan-bahan yang berat dan juga berbahaya bahkan tidak bisa jika dibawa atau di angkut oleh manusia, sehingga diperlukan alat bantu angkut untuk mengatasi keterbatasan manusia dalam hal tenaga untuk menjaga keselamatan dan kesehatan pekerja itu sendiri.

2.2.3 Jenis-Jenis Conveyor

1. Roller Conveyor

Roller conveyor merupakan salah satu jenis mesin *conveyor* sederhana. *Roller conveyor* ini sangat sering kita jumpai di pabrik-pabrik ataupun tempat umum. *Roller conveyor* adalah mesin *conveyor* yang bertumpu pada *roller* untuk memindahkan barang. Biasanya kita menemukan *roller conveyor* di bandara saat pengecekan bagasi dengan *X-Ray*. Pada umumnya, *roller conveyor* digunakan untuk memindahkan benda padat seperti logam, kayu, karet, dan lain sebagainya. Sebuah *roller conveyor* memiliki sejumlah *roller* untuk bertumpu, yang memiliki

bearing dan *roller-roller* tersebut dipasang bersusun di antara dua buah besi rangka yang diam maupun dapat bergerak. Jarak dari kedua besi rangka atau panjang *roller* bergantung pada jenis dan besarnya benda yang akan dibawa. Namun *roller conveyor* memiliki batasan benda yang mampu dibawa antara lain objek dengan permukaan yang datar (rata). Selain itu pergerakan objek tersebut pada *roller conveyor* relatif kecil.

Terdapat dua macam *roller conveyor* bila dibagi berdasarkan prinsip pergerakannya, yaitu *powered* dan *unpowered roller conveyor*. *Powered roller conveyor* memiliki unit penggerak (biasanya motor listrik) untuk menggerakkan seluruh atau sebagian *roller-roller* yang ada. Objek bisa dipindahkan dalam dua arah (bolak-balik). Sedangkan *unpowered roller conveyor* tidak memiliki unit penggerak dan objek dipindahkan secara manual.



Gambar 2.2 Roller Conveyor
(Setyawan, Prahasto, & Tauviqqirahman, 2023)

Roller conveyor sendiri Memiliki banyak variasi jenis. Salah satu jenisnya yaitu yang menggunakan *gravity roller* atau yang sering dikenal dengan nama *gravity roller conveyor*. *Conveyor* ini tidak menggunakan elektro motor sebagai penggerakannya tetapi menggunakan gravitasi, oleh karena itu *conveyor* jenis ini memiliki kemiringan 1.5% - 3 %. *Conveyor* ini umumnya ditemukan di

pemeriksaan *x-ray* bandara. *Gravity roller conveyor* merupakan salah satu jenis *conveyor* yang paling serbaguna dan ekonomis untuk memindahkan barang dalam jumlah yang banyak dan dapat memindahkan hampir ke segala arah dengan usaha yang minimum. *Gravity roller conveyor* cocok untuk memindahkan barang yang memiliki permukaan bawah yang datar (rata) dan kokoh.

A. Kelebihan *Roller Conveyor*

1) Efisien untuk Barang dengan Permukaan Rata

Roller Conveyor sangat efisien dan cocok digunakan untuk memindahkan benda dengan permukaan rata atau datar seperti kotak dan palet karena dapat meluncur dengan lancar tanpa adanya hambatan.

2) Daya Tahan dan Umur Panjang

Roller Conveyor dibuat dengan menggunakan bahan berkualitas tinggi seperti baja atau *stainless steel* sehingga memiliki ketahanan yang baik terhadap keausan dan beban berat.

3) Fleksibel dan Modular

Pada aplikasinya di industri sangat fleksibel karena dapat disesuaikan, diperpanjang, dipersingkat, dan diatur dalam berbagai konfigurasi, seperti lurus, berbelok, atau bertingkat.

4) Perawatan Relatif Mudah

Roller Conveyor memiliki lebih sedikit komponen yang memerlukan perawatan dibandingkan dengan *belt conveyor*, terutama pada tipe roller bebas (*gravity roller conveyor*).

5) Dapat Menggunakan Gaya Gravitasi (*Gravity Roller Conveyor*)

Roller conveyor tipe gravitasi dapat bekerja hanya dengan memanfaatkan kemiringan, sehingga mengurangi konsumsi energi karena tidak selalu memerlukan tenaga listrik.

6) Mampu Menangani Beban Berat

Roller conveyor dapat menopang beban lebih berat dibandingkan dengan *belt conveyor*, terutama jika terbuat dari bahan logam.

B. Kekurangan *Roller Conveyor*

1) Tidak Cocok untuk bentuk Permukaan Tidak Rata atau Kecil

Benda yang berbentuk bulat, sangat kecil atau dengan bentuk permukaan tidak rata tidak dapat stabil atau tersangkut saat dipindahkan menggunakan *roller*.

2) Lebih Mahal Dibandingkan *Belt Conveyor* untuk Beberapa Aplikasi

Penggunaan *roller conveyor* bisa menjadi lebih mahal apabila digunakan untuk aplikasi yang memerlukan banyak motor penggerak atau sistem kontrol otomatis.

3) Batasan dalam Pemindahan Material Curah

Tidak dapat digunakan untuk memindahkan bahan curah seperti pasir, bubuk, atau butiran kecil yang dapat jatuh di antara *roller* yang akan mempengaruhi kinerja *roller* karena bisa menyebabkan penyumbatan.

4) Membutuhkan Ruang Lebih Besar

Roller conveyor sering kali lebih besar dan membutuhkan lebih banyak ruang untuk pemasangannya, dibandingkan *belt conveyor*, terutama jika harus mengangkut atau memindahkan barang dalam jarak jauh.

5) Kinerja Bisa dipengaruhi oleh Kondisi Lingkungan

Kinerja *roller* sangat dipengaruhi kondisi lingkungan seperti debu, kotoran, atau kelembaban yang tinggi karena dapat mempercepat keausan sehingga dapat mengganggu rotasi *roller* dan mengakibatkan peningkatan kebutuhan perawatan.

2. Bucket Conveyor

Bucket conveyor (Bucket elevator) adalah pesawat angkut untuk jenis muatan curah (bulk load) secara vertikal atau dengan kemiringan (Incline) lebih dari 70° dari bidang datar. *Bucket conveyor* khusus untuk mengangkat berbagai macam jenis material berbentuk serbuk, butiran butiran kecil dan bongkahan, seperti semen, pasir, batu bara, tepung, gula dan sebagainya. Alat ini dapat digunakan untuk menaikkan atau menurunkan material dengan ketinggian sampai 50 Meter, kapasitas muatannya bisa mencapai $50 \text{ m}^3/\text{jam}$ dan konstruksinya dapat mencapai posisi vertikal. *Bucket Conveyor* ada yang menggunakan sabuk dan ada juga yang menggunakan rantai(Chain) (Candra & Elfizon, 2018).



Gambar 2.3 *Bucket Conveyor*
(<https://www.indiamart.com>)

A. Kelebihan *Bucket Conveyor*

1) Mampu Mengangkat Material Secara Vertikal

Bucket conveyor sangat efektif untuk pemindahan material dari bawah ke atas, sehingga menghemat ruang dibandingkan dengan *belt conveyor* yang memerlukan kemiringan lebih landai.

2) Efisiensi dalam Transportasi Material Curah

Cocok untuk mengangkat bahan curah seperti butiran, bubuk, atau material berbentuk granular dalam jumlah besar.

3) Minim Tumpahan dan Limbah

Desain *bucket* yang tertutup membantu mengurangi kehilangan material selama proses pemindahan.

4) Dapat Disesuaikan dengan Berbagai Kecepatan dan Kapasitas

Kecepatan *conveyor* dapat disesuaikan untuk mengoptimalkan proses produksi sesuai dengan kebutuhan industri.

5) Fleksibilitas dalam Desain

Tersedia dalam berbagai jenis seperti *centrifugal bucket elevator* (untuk material ringan dan kering) serta *continuous bucket elevator* (untuk material berat atau rapuh).

6) Lebih Hemat Energi Dibandingkan dengan *Conveyor* dengan Sudut Kemiringan Besar

Bucket conveyor lebih efisien dibandingkan *belt conveyor* yang harus bekerja dengan sudut miring yang besar untuk mencapai ketinggian yang sama.

B. Kekurangan *Bucket Conveyor*

1) Biaya Awal yang Relatif Tinggi

Instalasi *bucket conveyor* memerlukan investasi awal yang cukup besar dibandingkan dengan sistem *Conveyor* lain.

2) Pemeliharaan dan Keausan Tinggi

bucket dan rantai bisa mengalami keausan akibat gesekan dengan material yang diangkut, sehingga memerlukan perawatan rutin. Jika ada *bucket* yang rusak atau rantai putus, sistem bisa mengalami *down time* yang signifikan.

3) Tidak Cocok untuk Material yang Lengket atau Mudah Menggumpal

Material yang lengket dapat menempel pada ember dan menyebabkan penyumbatan atau kesulitan dalam pembersihan.

4) Kapasitas Dibatasi oleh Ukuran Ember

Kapasitas pengangkutan bergantung pada ukuran ember dan jarak antar ember, sehingga ada keterbatasan dalam jumlah material yang bisa diangkut sekaligus.

5) Lebih Rentan terhadap Masalah Pengisian dan Pengosongan Material

Jika tidak dirancang dengan baik, *bucket conveyor* bisa mengalami masalah dalam proses pengisian dan pengosongan, menyebabkan tumpahan atau pengangkutan yang tidak efisien.

6) Bising dan Bergetar Saat Beroperasi

Sistem rantai dan ember yang bergerak dapat menimbulkan kebisingan serta getaran yang cukup tinggi, terutama jika tidak diberi peredam suara atau bantalan yang memadai.

3. Belt Conveyor

Belt conveyor adalah sabuk karet yang tidak berujung yang terdiri dari beberapa lapis yang diperkeras dengan fiber atau kawat baja untuk menghasilkan kekuatan pada *belt*. *Belt conveyor* dapat digunakan untuk memindahkan muatan satuan *Unit Load* maupun muatan curahan *Bulk load* sepanjang garis lurus (Horizontal) atau sudut inklinasi terbatas.



Gambar 2.4 *Belt Conveyor*
(<https://baktisurabaya.com>)

A. Kelebihan *Belt Conveyor*

1) Efisiensi Operasional yang Tinggi

Belt conveyor mampu mengangkut material dalam jumlah besar secara terus-menerus tanpa henti. Hal ini menjadikannya lebih efisien dibandingkan metode transportasi lain seperti tenaga manusia atau kendaraan.

2) Kapasitas Angkut Besar

Sistem *belt conveyor* dapat dirancang untuk membawa beban yang sangat besar, tergantung pada jenis dan ukuran sabuk yang digunakan. Beberapa *belt conveyor* di industri pertambangan bahkan dapat mengangkut ribuan ton material per jam.

3) Biaya Operasional Relatif Rendah

Meskipun investasi awal tinggi, biaya operasional *belt conveyor* lebih rendah dibandingkan penggunaan alat transportasi lain seperti truk atau forklift. Hal ini karena *belt conveyor* tidak memerlukan banyak tenaga kerja untuk pengoperasiannya.

4) Fleksibel dalam Penggunaan

Belt conveyor dapat digunakan untuk berbagai jenis material, mulai dari bahan curah seperti pasir, batu bara, dan bijih besi hingga produk jadi seperti kardus dan paket dalam industri logistik.

5) Kecepatan Dapat Disesuaikan

Kecepatan *belt conveyor* bisa dikontrol sesuai dengan kebutuhan produksi, sehingga bisa disesuaikan dengan kecepatan proses industri yang sedang berjalan.

6) Dapat Menjangkau Jarak yang Panjang

Belt conveyor mampu mengangkut material dalam jarak yang sangat jauh, bahkan mencapai beberapa kilometer, seperti yang digunakan dalam industri pertambangan dan pelabuhan.

7) Minim Getaran dan Risiko Kerusakan Barang

Dibandingkan metode transportasi lain seperti *screw conveyor* atau *bucket elevator*, *belt conveyor* memberikan perlakuan yang lebih lembut terhadap barang yang diangkut. Hal ini mengurangi risiko kerusakan produk, terutama untuk material yang mudah pecah atau rusak.

8) Bisa Beroperasi Secara Otomatis

Dengan sistem otomatisasi yang terintegrasi, *belt conveyor* dapat beroperasi secara mandiri tanpa banyak campur tangan manusia, sehingga meningkatkan efisiensi kerja dan mengurangi kesalahan manusia (*human error*).

9) Dapat Beroperasi di Berbagai Kondisi Medan

Belt conveyor bisa dipasang di berbagai kondisi medan, baik dalam ruangan *indoor* maupun di luar ruangan *outdoor*, serta bisa menyesuaikan dengan kontur tanah, misalnya mendaki atau menurun.

B. Kekurangan *Belt Conveyor*

1) Biaya Investasi Awal yang Tinggi

Pemasangan *belt conveyor* memerlukan investasi awal yang cukup besar, termasuk biaya pembelian *belt*, rangka, motor, dan sistem kontrol. Jika diperlukan desain khusus atau tambahan seperti sensor otomatis, biaya bisa semakin tinggi.

2) Perawatan yang Intensif

Belt conveyor membutuhkan perawatan rutin untuk mencegah kerusakan dan mempertahankan efisiensi operasional. Komponen seperti *belt*, *pulley*, dan *roller* dapat mengalami keausan dan harus diganti secara berkala.

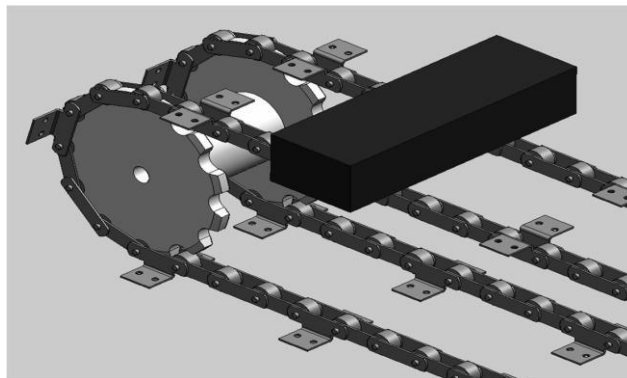
3) Terbatas pada Jarak dan Kemiringan Tertentu

Belt conveyor kurang efisien untuk pengangkutan dalam jarak yang sangat jauh dibandingkan dengan metode seperti transportasi *pneumatic* atau *pipe conveyor*. Kemiringan maksimal *belt conveyor* biasanya

sekitar 15° - 20° untuk bahan curah, sehingga kurang cocok untuk medan yang sangat terjal.

4. *Scraper Conveyor*

Scraper Conveyor termasuk dalam Pengelompokan dari *Chain Conveyor*, *Chain Conveyor* adalah *Conveyor* yang melakukan tarikan dari unit penggerak dari pada beberapa hasil pembawa beban untuk *transport*. *Conveyor* rantai cocok untuk sistem *Conveyor* yang membutuhkan penutupan sempurna untuk penanganan material pada temperatur tinggi tetapi membutuhkan keamanan yang diperlukan oleh pabrik.



Gambar 2.5 *Scraper Conveyor*
(Kurniawan, 2020)

Scraper conveyor merupakan *conveyor* yang sederhana untuk memindahkan material dengan kelengkapan antara lain; saluran terbuka semacam talang yang diikat pada rangka dan talang ini dilengkapi alat penarik beban/rantai, di mana alat pembawa beban/*scraper* terikat dan rantai bergerak melingkari rantai pada ujung-ujung pesawat, di mana salah satu *sprocket* dihubungkan dengan unit penggerak, sedang tarikan awal rantai dihasilkan oleh *take-up bearing*.

Material yang dipindahkan dimasukkan ke dalam saluran/talang dan didorong oleh *scraper* pembawa beban sepanjang saluran pengeluaran material/*discharge* dapat dilakukan sepanjang saluran dengan menempatkan pintu-pintu di dasar

saluran berupa *gate* atau *sliding door*. Pesawat ini dapat dipakai untuk mengangkut material curah, dari jenis tepung sampai yang berupa butiran atau bongkahan yang tidak terlalu besar, tetapi kurang baik untuk material yang mempunyai sifat lengket, lembab, mudah termampatkan atau menggumpal. *Conveyor* jenis ini dapat digunakan dengan kemiringan yang besar. *Conveyor* jenis ini digunakan untuk mengangkut material-material ringan yang tidak mudah rusak, seperti kedelai.



Gambar 2.6 Scraper Conveyor

Adapun Kelebihan, Kekurangan, struktur dan komponen serta metode yang digunakan pada *Scraper Conveyor*, yaitu:

A. Kelebihan *Scraper Conveyor*

1) Dapat Mengangkut Material yang Sulit

Scraper conveyor mampu menangani material basah, lengket, abrasif, atau berbentuk bubuk yang sulit dipindahkan dengan *conveyor* lainnya.

2) Desain Kompak dan Fleksibel

Memiliki desain yang lebih ramping dibandingkan *belt conveyor*, sehingga cocok untuk instalasi di ruang terbatas.

Dapat dipasang secara horizontal, vertikal, atau miring sesuai kebutuhan.

3) Efisiensi Tinggi dalam Pengangkutan Material Curah

Mampu mengangkut material dalam jumlah besar dengan konsumsi energi yang relatif rendah.

Mengurangi kehilangan material selama proses pemindahan karena sistemnya tertutup.

4) Tahan Lama dan Minim Perawatan

Rantai dan *scraper* dibuat dari bahan yang kuat dan tahan terhadap kondisi kerja yang berat, seperti suhu tinggi dan lingkungan yang korosif.

Sistem tertutup mengurangi risiko kontaminasi dan debu, yang berkontribusi pada umur operasional yang lebih lama.

5) Dapat Dioperasikan dalam Lingkungan yang Ekstrem

Cocok untuk digunakan di area berdebu, lembab, atau dengan temperatur ekstrem yang tidak dapat ditangani oleh *belt conveyor* biasa.

B. Kekurangan *Scraper Conveyor*

1) Kecepatan Pengangkutan Lebih Rendah

Dibandingkan dengan *belt conveyor*, *scraper conveyor* memiliki kecepatan operasi yang lebih rendah, sehingga kurang efisien untuk pemindahan material jarak jauh dalam waktu singkat.

2) Membutuhkan Perawatan Rutin

Meskipun tahan lama, rantai dan *scraper* tetap mengalami keausan akibat gesekan dengan material yang diangkut.

Komponen seperti bantalan dan roda gigi juga perlu diperiksa dan dilumasi secara berkala untuk menghindari kerusakan dini.

3) Biaya Awal yang Relatif Tinggi

Investasi awal untuk instalasi *scraper conveyor* bisa lebih mahal dibandingkan *belt conveyor* karena memerlukan sistem rantai dan bilah yang kuat serta komponen tambahan seperti *housing* tertutup.

4) Kapasitas Pengangkutan Terbatas

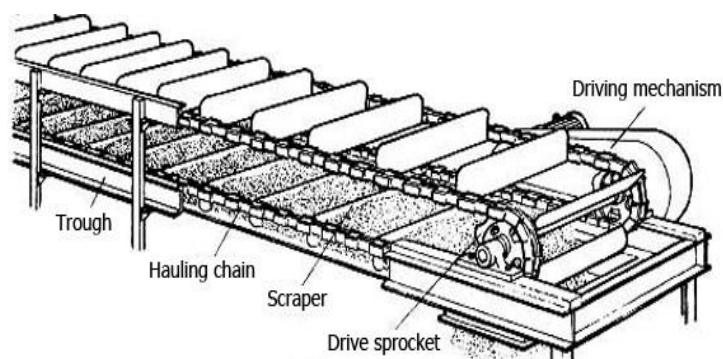
Tidak cocok untuk mengangkut material dalam jumlah yang besar dibandingkan *belt conveyor* yang lebih efisien untuk volume tinggi.

5) Kemungkinan Penyumbatan

Material yang bersifat lengket atau memiliki ukuran besar dapat menyumbat jalur *conveyor*, sehingga diperlukan pemantauan dan pembersihan berkala.

C. Struktur dan komponen utama *Scraper Conveyor*

1) Struktur *scraper conveyor*



Gambar 2.7 Struktur *Scraper Conveyor*
(Riza & Imaduddin, 2019)

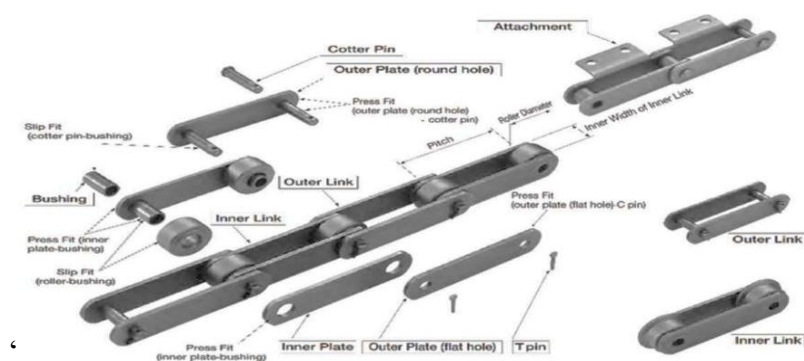
Adapun Struktur *Scraper Conveyor* terdiri dari:

- a. *Driving Mechanism* adalah Mekanisme yang berfungsi untuk menggerakkan atau mengarahkan sabuk *Conveyor* untuk

memindahkan material. Mekanisme ini biasanya melibatkan Motor Listrik, *Sproket*, dan sistem transmisi lainnya yang mentransfer energi dari motor listrik ke sabuk/rantai.

- b. *Drive Sprocket* adalah Roda gigi yang berfungsi untuk mentransmisikan daya dari *Driving Mechanism* Ke *Scraper Conveyor*. *Drive Sprocket* biasanya terpasang pada ujung *conveyor* atau pada poros dan digunakan untuk menggerakkan *conveyor*.
- c. *Scraper* adalah perangkat yang berfungsi untuk Mendorong atau memindahkan Material.
- d. *Hauling Chain* adalah rantai yang berfungsi Sebagai penggerak utama dari *conveyor*, rantai ini terhubung dengan *Drive Sprocket*. Komponen utama rantai ini terbuat dari logam yang saling terhubung dan dikuatkan oleh sambungan.
- e. *Trough* adalah penyangga.

2) Komponen utama *Scraper Conveyor* pada rantainya



Gambar 2.8 Komponen Utama rantai *Scraper Conveyor* (Kurniawan, 2020)

Secara Umum komponen pada rantai *scraper conveyor* terdiri dari:

- a. *Plate* (Pelat)

Plate (pelat) berguna menerima beban tarik di sepanjang arah rantai berjalan sambil menerima gaya reaktif vertikal sambil membawa

beban. Pelat luar dan pelat dalam bergeser satu sama lain selama rantai terhubung, serta terhadap sisi gigi *sproket* bersentuhan langsung dengan *sproket*.

b. *Roller*

Bentuknya pas dengan *bushing*. Berputar saat bersentuhan dengan *sproket*, sambil mengurangi guncangan dan keausan dari gigi. Rotasi juga menurunkan hambatan untuk bergerak.

c. *Bushing*

Bushing adalah bagian yang menahan kekuatan menerima ketegangan dari rantai selama keterlibatan *sproket* tetapi peran utamanya adalah sebagai bagian bantalan. Diameter luar *bushing* mengalami keausan karena gesekan terhadap diameter dalam *roller* selama rotasi *roller*, sedangkan diameter dalam *bushing* mengalami keausan karena bergesekan dengan diameter luar pin ketika rantai bergerak.

d. Pin

Peran paling penting dari pin adalah menghubungkan tautan dalam ke tautan luar. Seiring dengan pelat menerima ketegangan rantai di sepanjang arah perjalanan saat menerima kekuatan reaktif dari beban yang dibawanya. Diameter pin mengalami keausan karena bergesekan pada bagian dalam *bushing* ketika rantai bergerak. Pin sangat penting bagian bantalan kekuatan dan membutuhkan ketahanan aus yang tinggi.

e. T pin

Setelah pelat luar ditekan pas ke pin, kemudian T pin dimasukkan dan ditekuk untuk mencegah pin mudah terlepas saat rantai bergerak.

f. *Attachment*.

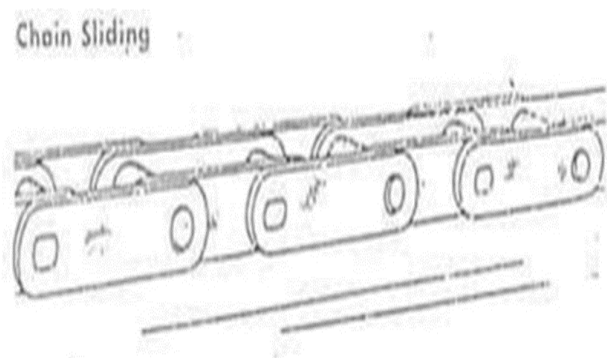
Attachment digunakan untuk mengikat benda seperti *bucket* ke rantai.

D. Metode yang digunakan pada rantai *Scraper Conveyor*

Scraper Conveyor ini bisa menggunakan rantai tunggal ataupun rantai ganda dalam konfigurasinya. Muatan diposisikan pada rantai untuk menarik beban ke depan. Ditinjau dari rantai terdapat dua jenis metode yang terdiri dari:

1) *Chain Sliding*

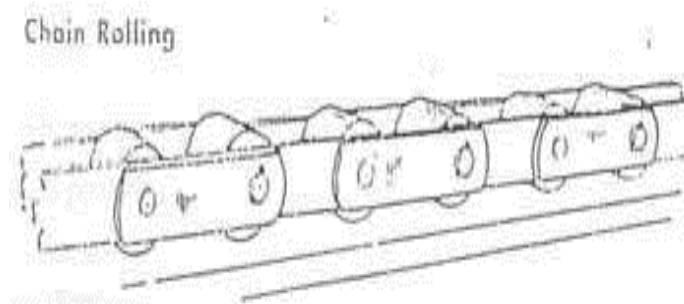
Metode ini adalah sederhana di dalam konstruksi, memiliki bagian pergerakan yang lebih sedikit dan biasanya paling rendah/murah biayanya untuk beban yang diberikan. Hal ini paling efektif pada peralatan “kotor” dan konstruksi tak datar, cocok untuk pengaruh kondisi. Peralatan daya adalah lebih tinggi daripada untuk rantai penggulung.



Gambar 2.9 *Chain Sliding*
(Kurniawan, 2020)

2) Chain Rolling

Metode ini memiliki operasi yang lebih halus, pulsasi yang lebih sedikit bila dibandingkan dengan *chain sliding*. Semakin lebih rendah gesekan pada pusat yang lebih rendah, maka semakin sedikit pergerakan dan semakin rendah biaya operasi. Hal ini tidak cocok untuk peralatan “kotor” sebagaimana bahan luar dapat mengganggu penggulungan.



Gambar 2.10 *Chain Rolling* (Kurniawan, 2020)

2.3 *Elektromotor* (Motor Listrik)

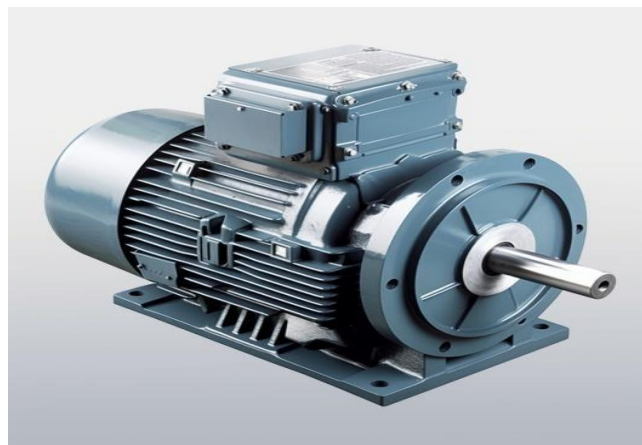
2.3.1 Pengertian Motor Listrik

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor listrik terbagi dalam beberapa jenis salah satunya Motor induksi, Motor ini menggunakan listrik arus bolak-balik (AC) yang bekerja berdasarkan arus induksi. Putaran Rotor pada motor induksi tidak sama dengan putaran medan putar pada stator, hal dapat mengakibatkan terjadinya slip atau terdapat perbedaan selisih putaran antara putaran rotor dan putaran medan pada stator (Alam, 2022).

Pada motor listrik tenaga listrik diubah menjadi tenaga mekanik. Perubahan ini dilakukan dengan mengubah tenaga listrik menjadi magnet yang disebut sebagai elektro magnet. Sebagaimana kita ketahui bahwa kutub dari magnet yang senama akan tolak-menolak dan kutub tidak senama, tarik-menarik. Maka dapat

memperoleh gerakan jika kita menempatkan sebuah magnet pada sebuah poros yang dapat berputar, dan magnet yang lain pada suatu kedudukan yang tetap.

Motor Listrik jenis induksi banyak digunakan dalam kehidupan kita sehari-hari baik skala besar maupun skala kecil seperti rumah tangga maupun skala besar seperti industri. Penggunaan motor listrik skala kecil menggunakan motor induksi satu fasa untuk kebutuhan sehari-hari, seperti kipas angin, mesin cuci, pompa air, dan lain-lain. Motor listrik skala besar menggunakan motor induksi tiga fasa seperti di gambar 2.14 berikut.



Gambar 2.11 Motor Listrik induksi 3 fasa

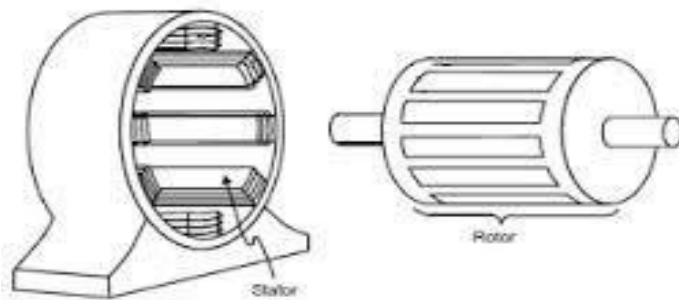
2.3.2 Klasifikasi Motor Listrik jenis Induksi

Motor Listrik induksi dapat di klasifikasikan menjadi 2 yaitu motor Induksi satu fasa dan motor Induksi tiga fasa

1. Motor Listrik Induksi Satu Fasa

Konstruksi motor induksi satu fasa terdiri atas dua komponen yaitu stator dan rotor. Stator adalah bagian dari motor yang tidak bergerak dan rotor adalah bagian yang bergerak yang bertumpu pada bantalan poros terhadap stator. Motor induksi terdiri atas kumparan-kumparan stator dan rotor yang berfungsi membangkitkan gaya gerak listrik akibat dari adanya arus listrik bolak-balik satu fasa yang

melewati kumparan-kumparan tersebut sehingga terjadi suatu interaksi induksi medan magnet antara stator dan rotor. Motor jenis ini banyak digunakan dalam lingkup kecil seperti pemakaian rumah tangga karena kapasitas yang kecil berkisar 3 sampai 4 Hp. Motor ini biasanya beroperasi pada tegangan listrik 220 V dan terdiri dari dua kabel utama, yaitu Fase dan Netral. Bentuk dan konstruksi motor tersebut digambarkan pada gambar 2.15.



Gambar 2.12 Konstruksi Motor Induksi Satu Fasa

2. Motor Listrik Induksi Tiga fasa

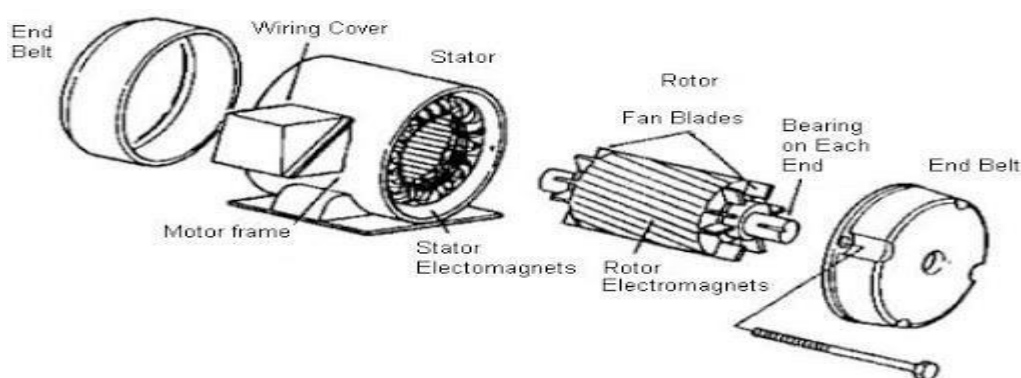
Motor Listrik tiga fasa merupakan motor listrik yang sering digunakan di dunia industri. Hal ini karena motor induksi tiga fasa dapat menghasilkan kapasitas lebih besar dari pada motor induksi satu fasa. Motor Induksi 3 fasa adalah jenis motor listrik yang menggunakan sistem tiga fase arus listrik untuk menghasilkan putaran rotor secara lebih stabil dan efisien. Motor ini bekerja dengan menggunakan tiga sumber tegangan sinusoidal yang berbeda fasa sebesar 120 derajat satu sama lain, sehingga menciptakan medan magnet berputar yang memungkinkan rotor bergerak dengan torsi yang lebih besar dan konstan.

Motor listrik 3 phase umumnya digunakan dalam industri karena memiliki efisiensi tinggi, daya besar, dan kinerja yang lebih stabil dibandingkan motor listrik 1 phase. Motor ini sering ditemukan pada mesin produksi, pompa industri, conveyor, dan kompresor. Selain itu, motor 3 phase tidak memerlukan kapasitor

untuk memulai putaran seperti pada motor 1 phase, sehingga lebih andal dan memerlukan perawatan yang lebih sedikit.

2.3.3 Konstruksi Motor Induksi

Motor induksi terdiri dari bagian utama yaitu stator dan rotor. Stator merupakan bagian yang tidak bergerak dari motor induksi, sedangkan rotor adalah bagian yang berputar. Penjelasan tentang konstruksi motor induksi diperlihatkan pada gambar 2.16.



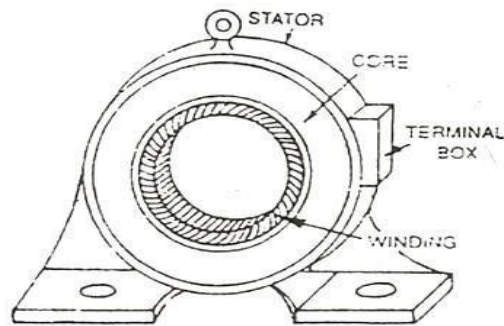
Gambar 2.13 Konstruksi Motor Induksi
(Alam, 2022)

1. Stator

Stator merupakan bagian motor listrik yang berfungsi sebagai Stasioner dari sistem rotor. Penempatan stator biasanya mengelilingi Rotor. Bagian utama pada stator adalah rangka luar, inti stator dan belitan stator.

A. Rangka Luar Stator

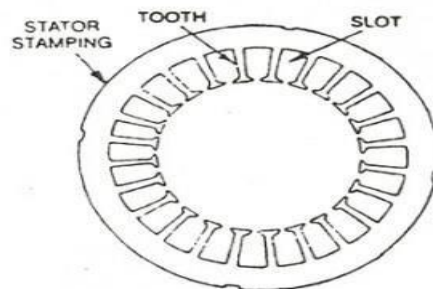
Rangka luar berfungsi untuk mendukung inti stator serta melindungi bagian dari dalam. Pada motor listrik dengan kapasitas kecil, rangka luar atau *out frame* dibuat dengan cara di cor. Gambar 2.17 menunjukkan konstruksi stator.



Gambar 2.14 Rangka Luar Stator
(Alam, 2022)

B. Inti Stator

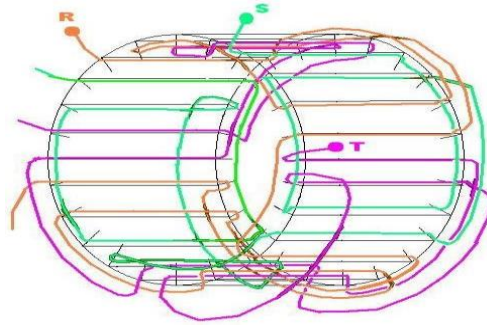
Inti stator terbuat dari bahan baja dengan dilapisi silikon yang berfungsi untuk membawa medan magnet bolak-balik yang menghasilkan histeresis dan arus eddy. Pada bingkai stator dipasang stempel yang terbuat dengan lapisan pernis tipis. Ketebalan yang digunakan bervariasi dari 0,3 mm sampai dengan 0,5 mm. Gambar 2.18 menunjukkan inti stator.



Gambar 2.15 Inti Stator
(Alam, 2022)

C. Belitan Stator

Pada bagian inti stator terdapat belitan yang biasanya menggunakan sumber energi listrik tiga fasa. Terdapat 6 terminal belitan dengan 2 belitan pada tiap fasa yang terhubung dengan terminal motor. Semakin besar kutub dari motor listrik, maka semakin berkurang dari kecepatan motor tersebut.



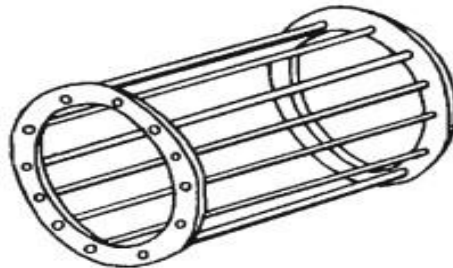
Gambar 2.16 Belitan Stator

2. Rotor

Rotor terbuat dari bahan laminasi baja dengan inti silinder dipasang langsung dengan poros. Terdapat 2 jenis rotor yaitu rotor sangkar tupai dan *wound* rotor.

A. Rotor Sangkar Tupai

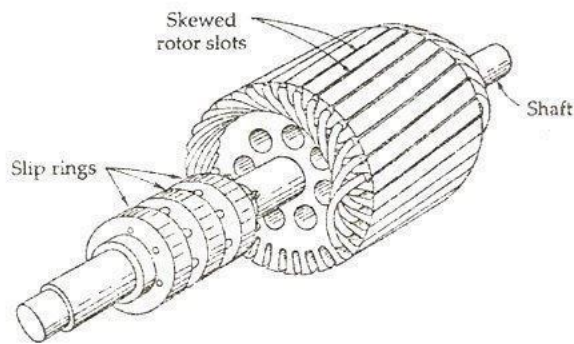
Rotor sangkar tupai dari satu set batang penghantar tembaga atau aluminium yang di letakkan dalam alur slot paralel. Batang-batang tersebut dihubung pendek pada kedua ujungnya dengan cincin hubungan pendek.



Gambar 2.17 Rotor Sangkar Tupai

B. *Wound* Rotor

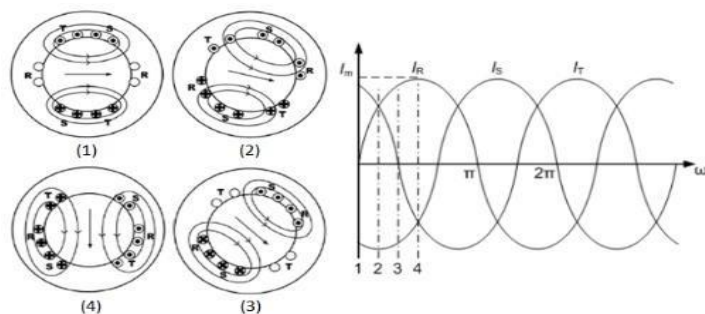
Wound rotor memiliki gulungan tipe fase, lapisan ganda dan terdistribusi secara merata. Konstruksi dibuat melingkar sebanyak kutub stator. Tiga fasa digulungi kawat pada bagian dalamnya dan ujung yang lainnya dihubungkan ke cincin kecil yang dipasang pada Poros dengan sikat yang menempel (Alam, 2022).

Gambar 2.18 *Wound Rotor*

2.3.4 Prinsip Kerja Motor Induksi

Prinsip kerja motor induksi 3 fasa berdasarkan pada Hukum Lorentz dan Hukum Faraday. Hukum Lorentz adalah perubahan magnetik akan menimbulkan gaya. Sedangkan Hukum Faraday adalah tegangan induksi akan ditimbulkan oleh perubahan induksi magnetik pada suatu lilitan (Alam, 2022). Gambar 2.22 menunjukkan prinsip kerja motor induksi.

1. Tegangan induksi pada konduktor disebabkan oleh konduktor yang dipotong oleh medan magnet (Hukum Faraday).
2. Konduktor yang dihubungkan menjadi satu, menghasilkan tegangan induksi yang mengalir dari konduktor ke konduktor lainnya.
3. Berdasarkan Hukum Lorentz ketika arus berada di antara medan magnet maka akan menghasilkan gaya.
4. Konduktor akan ditarik oleh gaya untuk bergerak sepanjang medan magnetik.



Gambar 2.19 Prinsip Kerja Motor Induksi

Kecepatan dari motor induksi tiga fasa sangat tergantung pada frekuensi sumber tegangan dan jumlah kutub pada stator. Dirumuskan sebagai berikut :

$$N_s = \frac{120 \times f}{p} \text{ Rpm} \dots\dots\dots (2.1)$$

Di mana :

N_s = kecepatan sinkron

f = frekuensi

P = jumlah kutub

2.4 Inverter

Inverter secara etimologi berasal dari bahasa Inggris yang berarti pembalik. Jadi yang dimaksud dengan *inverter* adalah semua alat pembalik seperti yang kita kenal di dunia kelistrikan adalah *Converter*, *Rectifier*, dan *inverter*. *Converter* atau mengubah adalah alat pengubah listrik, baik dari DC ke AC ataupun DC ke AC. *Rectifier* berarti penyearah, alat ini berfungsi untuk menyearahkan tegangan AC menjadi tegangan DC. Sedangkan *Inverter* secara istilah adalah perangkat elektronika yang mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak – balik (AC).

Di dalam rangkaian *inverter* terdapat beberapa komponen penting yang digunakan seperti saklar semikonduktor, induktor, kapasitor dan resistor. Ada beberapa jenis *inverter* yaitu, *Variable Voltage Inverter* (VVI), *Current Source Inverter* (CSI), dan *Pulse Width Inverter* (PWM) (Fitria & Pamuji, 2015) .

2.4.1 Pembahasan *Inverter*

Inverter merupakan alat untuk mengatur kecepatan putaran motor dengan cara mengubah frekuensi listrik sesuai dengan kecepatan motor yang diinginkan. Secara sederhana prinsip dasar dari *inverter* (*Variabel Frequency Drive*) adalah mengubah input motor (Listrik AC) menjadi DC dan kemudian dijadikan AC lagi

dengan frekuensi yang dikehendaki sehingga motor dapat dikontrol sesuai dengan kecepatan yang diinginkan.

Inverter ini sendiri terdiri dari beberapa sirkuit penting yaitu sirkuit *converter* (yang berfungsi untuk mengubah daya komersial menjadi DC serta menghilangkan *ripple* atau kerut yang terjadi pada arus ini) serta sirkuit *inverter* (frekuensi yang dapat diatur-atur). *Inverter* juga memiliki sebuah sirkuit pengontrol. Berikut rumus dasar pengaturan RPM yang tergantung dari frekuensi dan jumlah kutub (pole):

$$N_s = 120.f/p \dots\dots\dots (2.2)$$

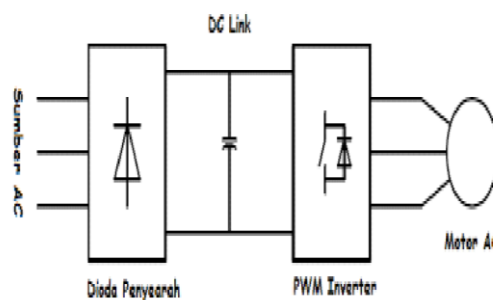
Keterangan :

N_s : Kecepatan Motor (rpm)

f : Frekuensi Listrik (Hz)

p : Jumlah Kutub Motor

2.4.2 Prinsip Kerja *Inverter*



Gambar 2.20 Bagian Utama *Inverter*

Sumber Arus AC masuk ke rangkaian *rectifier* (penyearah) untuk menjadikan arus AC ke DC kemudian listrik AC yang telah diubah jadi sumber DC maka perlu dilakukan perataan bentuk gelombang DC yang masih mengandung *ripple* (riak) AC. Caranya dengan menambahkan DC Link atau semacam regulator. Hal ini

berfungsi untuk meratakan bentuk gelombang DC agar berbentuk lurus dan stabil tidak terjadi naik turun (riak). Setelah didapatkan listrik DC yang murni, langkah berikutnya adalah mengubah listrik DC menjadi listrik AC dengan rangkaian *inverter*.

Untuk menghasilkan Listrik AC dari *Output* rangkaian *inverter* dengan gelombang sinus diperlakukan rangkaian PWM (Pulse Width Modulator). Rangkaian ini yang akan mencacah listrik DC menjadi Listrik AC dengan bentuk gelombang mendekati sinus. Setelah itu arus dialirkan ke motor listrik dengan mengubah frekuensi listrik untuk mengatur kecepatan motor listrik yang diinginkan.

2.5 Rumus yang digunakan

Berikut rumus yang digunakan oleh penulis saat menghitung Kapasitas *Conveyor* untuk mendapatkan waktu yang dibutuhkan oleh *scraper conveyor*.

2.5.1 Menghitung Kecepatan *scraper conveyor*

Untuk menghitung kapasitas yang dibutuhkan *scraper conveyor* penulis terlebih dahulu menghitung kecepatan pada *scraper conveyor*. Kecepatan *conveyor* sangat mempengaruhi kapasitas *conveyor* oleh sebab itu, menghitung kecepatan *scraper conveyor* dapat menggunakan rumus berikut.

$$V = Z_{t1} \times P \times n \dots\dots\dots (2.3)$$

V : Kecepatan *scraper conveyor* (m/s)

Z_{t1} : Jumlah Gigi Sproket *Conveyor*

P : *Pitch* (mm)

n : Kecepatan putar *Conveyor* (rpm)

2.5.2 Menghitung luas penampang *Scrapper*

Luas penampang *scraper* mengacu pada area permukaan pisau atau bilah *scraper* yang bersentuhan langsung dengan material yang dibawa atau di pindahkan. Luas ini penting karena mempengaruhi kemampuan *scraper* dalam mengangkat material. Untuk mengetahui luas penampang *scraper* dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$A = L \times T \text{ m}^2 \dots\dots\dots (2.4)$$

A = Luas Penampang *scraper*

L = Lebar penampang *scraper*

T = Tinggi Penampang *scraper*

2.5.3 Menghitung kapasitas *scraper conveyor* persatuan luas penampang

Untuk mendapatkan kapasitas keseluruhan *conveyor* penulis lebih dulu menghitung kapasitas *conveyor* persatuan luas penampang, dikarenakan produk berbentuk curah dan juga terdapat banyak bilah *scraper*. Untuk mengetahui kapasitas *conveyor* persatuan luas penampang dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$q = 3,6 \cdot A \cdot p \cdot V \dots\dots\dots (2.5)$$

Di mana :

q : Kapasitas *Conveyor* (ton/jam)

A : Lebar *Conveyor* (m²)

V : Kecepatan *Conveyor* (m/s)

p : Massa material (kg/m³)

2.5.4 Menghitung jumlah *Scraper*

Semakin panjangnya *conveyor* semakin banyak pula bilah *scraper* yang dibawa oleh *conveyor*, banyaknya jumlah *scraper* juga mempengaruhi kapasitas *conveyor*, semakin banyak *scraper* yang dibawa, maka semakin meningkatnya kapasitas *conveyor* tersebut. Oleh karena itu jumlah *scraper* dapat dihitung sebagai berikut.

$$N = \frac{L/D}{2} \dots\dots\dots (2.6)$$

Ket :

N = Jumlah *Scraper*

L = Panjang *Conveyor* (m)

D = Jarak antar *Scraper* (m)

2.5.5 Menghitung kapasitas *Conveyor*

Kapasitas *conveyor* persatuan luas penampang dan juga banyaknya *scraper* pada *conveyor* mempengaruhi besarnya kapasitas. Semakin besar kapasitas *conveyor* semakin cepat pula waktu hantarnya, oleh sebab itu sebelum mengetahui waktu hantar sebuah *conveyor* penulis harus mengetahui besarnya kapasitas *conveyor*, besarnya kapasitas *conveyor* dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$Q = q \times N \dots\dots\dots (2.7)$$

Ket :

Q = Kapasitas *scraper conveyor*

q = Kapasitas *scraper conveyor* persatuan luas penampang

N = Jumlah *Scraper*

2.5.6 Menghitung waktu yang dibutuhkan *scraper conveyor* dalam pengantaran kacang kedelai sebanyak 3 ton

Sesuai dengan penelitian yang penulis lakukan, waktu yang dibutuhkan oleh *scraper conveyor* dalam menghantarkan kacang kedelai sebanyak 3 ton dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$waktu = \frac{\text{Berat material (kg)}}{\text{Kapasitas angkut Per Menit } (\frac{kg}{m})} \dots\dots\dots (2.8)$$

2.5.7 Menghitung kecepatan motor listrik

Semakin besarnya kecepatan *conveyor* mempengaruhi kecepatan putar dari motor listrik, oleh sebab itu penulis perlu mengetahui kecepatan putar motor listrik untuk dapat mencapai kecepatan putar *conveyor* yang diinginkan. Menghitung kecepatan putar motor listrik dapat menggunakan rumus berikut ini.

$$n_1 = \frac{Z_2}{Z_1} \times r \times n_2 \dots\dots\dots (2.9)$$

Ket :

n_1 = Putaran Motor listrik (RPM)

Z_1 = Jumlah gigi Sproket transmisi kecil

Z_2 = Jumlah gigi Sproket transmisi besar

r = *Ratio gear box*

n_2 = Putaran *Conveyor*

2.5.8 Menghitung frekuensi yang dibutuhkan

Besarnya putaran motor listrik dapat diubah dengan mengubah frekuensi yang masuk ke dalam motor listrik, semakin bertambahnya putaran motor listrik akan memperbesar kebutuhan frekuensi listrik yang dibutuhkan. Besarnya frekuensi yang dibutuhkan oleh motor listrik dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$f = \frac{n_1 \times p}{120} \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan :

N_1 : Kecepatan Motor (rpm)

f : Frekuensi Listrik (Hz)

p : Jumlah Kutub Motor