

PERENCANAAN MESIN AUTO FEEDER PADA MESIN EKSTRUSI PLASTIK DI PABRIK PLASTIK PT. ARRGANI

Hansean Widjaja¹⁾, Suwandi Sugondo²⁾

Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra ^{1,2)}

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia ^{1,2)}

Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658^{1,2)}

E-mail : hansean_widjaja@yahoo.com¹⁾, aeusug@peter.petra.ac.id²⁾

ABSTRAK

Material handling equipment adalah peralatan yang digunakan untuk memindahkan muatan dari suatu tempat ke tempat lain dalam jarak dan arah tertentu. Material handling equipment sering digunakan dalam dunia industri. Salah satu jenis material handling equipment yaitu screw conveyor. Screw conveyor biasanya digunakan untuk mentransferkan jenis muatan curah seperti tepung, gula, biji plastik, gandum, dan lain – lain. Perencanaan screw conveyor ini bertujuan untuk meningkatkan proses produksi dari perusahaan PT. Arrgani. Kinerja dari mesin ini dapat dilihat dari hasil simulasi 3D yang dilakukan dengan menggunakan program solidworks. Hasil dari simulasi menunjukkan bahwa mesin screw conveyor ini, mampu mendistribusikan biji plastik ke 12 hopper dari mesin injeksi yang ada di pabrik PT. Arrgani.

Kata kunci: material handling equipment, screw conveyor, 3D simulasi, solidworks

1. Pendahuluan

Dengan meningkatnya persaingan di dalam berbagai sektor industri pada saat sekarang ini, menyebabkan industri – industri baik yang berskala kecil, menengah, maupun yang berskala besar berusaha untuk meningkatkan sistem produktivitas agar target perusahaan dapat tercapai.

PT. Arrgani adalah salah satu perusahaan yang bergerak dibidang industri plastik, dimana sistem produksinya berdasarkan permintaan konsumen. Dalam proses produksinya, perusahaan ini mengalami sebuah permasalahan dimana para pekerja dibagian produksi merasa kesulitan dalam memasukan biji plastik kedalam *hopper* mesin injeksi. Permasalahan yang dialami yaitu para pekerja harus mengangkat karung biji plastik seberat 25 Kg dan menuang karung biji plastik keatas *hopper* setinggi 2,5 meter.



Gambar 1. Proses memasukan biji plastik

Akibatnya para pekerja cepat merasakan lelah, dan banyak biji plastik yang terjatuh kelantai sehingga tidak dapat digunakan lagi. Biji plastik yang telah jatuh

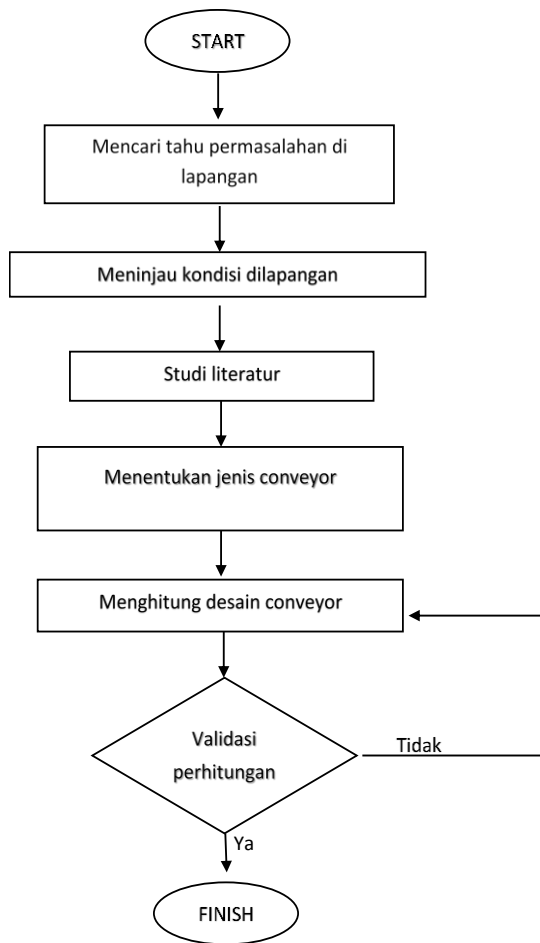
kelantai hanya dapat dijual lagi sebagai biji kotor dengan harga 40% dari harga jual normalnya. Hal itu tentu sangat merugikan pabrik plastik PT. Arrgani.



Gambar 2. Biji plastik yang jatuh

Untuk dapat membantu para pekerja memasukan biji plastik kedalam *hopper* mesin injeksi plastik, diperlukan sebuah mesin *handling equipment* yang dapat mengangkat biji plastik setinggi 2,5 meter atau lebih dan dapat memenuhi kapasitas total dari 12 mesin injeksi plastik.

2. Metodologi Perencanaan



Gambar 3. Diagram *flow chart* perencanaan conveyor

- **Mencari tahu Permasalahan di Lapangan**

Mencari tahu berapa besar kapasitas produksi maksimum setiap mesin injeksi dan menjumlah semuanya, sehingga didapatkan berapa besar kapasitas atau debit yang diperlukan untuk membuat screw conveyor.

- **Meninjau Kondisi di Lapangan**

Mengukur jarak *hopper* antara mesin injeksi plastik yang satu dengan yang lainnya, dan mengukur jarak *hopper* mesin injeksi plastik dengan dinding. Dari ukuran tersebut, kemudian dapat direncanakan jalur distribusi yang tepat untuk mendistribusikan biji plastik.

- **Studi Literatur**

Membaca buku – buku literatur mengenai conveyor untuk mengetahui macam – macam conveyor yang dapat digunakan., dan mempelajari kelebihan dan kekurangan setiap jenis conveyor.

- **Menentukan Jenis Conveyor**

Setelah mengetahui kelebihan dan kekurang setiap jenis conveyor, dapat ditentukan jenis conveyor apa yang paling tepat untuk dipakai di lapangan.

- **Menghitung Desain Conveyor**

Setelah mengetahui jenis conveyor yang akan digunakan, selanjutnya menghitung spesifikasi dan komponen untuk desain conveyor yang akan dibuat.

- **Validasi Perhitungan**

Setelah data – data spesifikasi dan komponen didapatkan, selanjutnya mencocokkan dengan ketersediaan komponen yang ada dipasaran. Jika komponen yang tersedia tidak sesuai dengan komponen yang ada pada perhitungan, maka perhitungan spesifikasi dan komponen harus diulangi dan disesuaikan dengan komponen yang tersedia dipasaran.

3. Hasil Perhitungan dan Pembahasan Pemilihan Mekanisme

- **Belt Conveyor**

Keuntungan menggunakan *belt conveyor* adalah :

1. Bisa memiliki lebih dari satu inlet dan *discharge point*
2. Dapat mentransferkan hampir semua jenis *solid material*

Kerugian menggunakan *belt conveyor* adalah :

1. Sudut inklinasi harus dibawah 22°
2. Tidak bisa mentransferkan material dengan suhu diatas 120°C

- **Bucket Conveyor**

Keuntungan menggunakan *bucket conveyor* adalah:

1. Dapat mentransferkan material ke tempat yang tinggi
2. Tahan dengan material yang memiliki tingkat abrasive yang tinggi
3. Tahan lama (tidak cepat rusak)

Kerugian menggunakan *bucket conveyor* adalah :

1. Hanya memiliki satu *inlet* dan *discharge point*.
2. Tidak bisa mentransferkan material secara horizontal.

- **Screw Conveyor**

Keuntungan menggunakan *screw conveyor* adalah:

1. Bisa memiliki multi *inlet* dan *discharge point*.
2. Dapat mentransferkan material secara horizontal dan vertikal
3. *Low maintenance* dan *cost*

Kerugian menggunakan *screw conveyor* adalah :

1. *Low safety*
2. Material yang ditransferkan harus lebih kecil dari pada besar *pitch*

Dari Dari keterangan keuntungan dan kerugian dari beberapa jenis *conveyor*, maka jenis *conveyor* yang tepat untuk digunakan di pabrik PT. A adalah *conveyor* dengan jenis *screw conveyor*. Hal ini dikarenakan *screw conveyor* dapat menangani masalah seperti tinggi *hopper* dan susunan dari mesin injeksi di pabrik

Kecepatan Putaran Screw

Dalam menentukan kapasitas *screw conveyor* yang akan digunakan dalam pengisian bahan baku kedalam mesin ekstrusi, ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan, yaitu :

$$Q = \text{kapasitas } screw \text{ conveyor} = 125 \text{ kg/jam} = 0.125 \text{ ton/jam}$$

$$\gamma = \text{berat curah bahan} = 0.577 \text{ ton/m}^3$$

$$n = \text{kecepatan putaran}$$

$$S = \text{screw pitch} = 0.8D \text{ (untuk aliran lamban dan abbrasive)}$$

$$D = \text{diameter screw} = 0.081 \text{ meter}$$

$$\beta = \text{sudut inklinasi} = 0^\circ$$

$$C = \text{faktor koreksi karena inklinasi} = 1$$

$$\psi = \text{efisiensi karena pembebanan} = 0.25 \text{ (untuk aliran lamban dan sedikit abrasive)}$$

Kecepatan putaran *screw conveyor* dapat diketahui dengan menurunkan rumus yang digunakan untuk mencari tahu kapasitas *screw conveyor*

$$Q = 60 \frac{\pi D^2}{4} S n \psi \gamma C$$

$$0.125 = 60 \times \frac{\pi \times 0.081^2}{4} \times 0.8 \times 0.081 \times n \times 0.25 \times 0.577 \times 1$$

$$n = \frac{0.125 \times 4}{60 \times \pi \times 0.081^2 \times 0.8 \times 0.081 \times 0.25 \times 0.577 \times 1}$$

$$n = 43.252 \text{ rpm}$$

Beban yang Terjadi pada Screw Conveyor

Mesin *screw conveyor* berfungsi sebagai pendorong material didalam pipa PVC, oleh karena itu pada *screw conveyor* pasti terjadi pembebanan akibat material yang didorong didalam pipa PVC. Berikut adalah cara untuk menghitung beban yang terjadi pada *screw conveyor* akibat pembebanan material didalam pipa PVC.

$$L1 = \text{panjang pipa vertikal} = 4 \text{ (m)}$$

$$L2 = \text{panjang pipa horizontal} = 41 \text{ (m)}$$

$$Dp = \text{diameter dalam pipa} = 0.0829 \text{ (m)}$$

$$Lo = \text{luas penampang pipa} = 0.005398 \text{ (m}^3\text{)}$$

Beban pada pipa PVC vertikal :

$$W1 = Lo \times L1 \times \gamma \times 1000 \times 10$$

$$W1 = 0.005398 \times 4 \times 0.577 \times 1000 \times 10$$

$$W1 = 124.5761 \text{ Newton}$$

Beban pada pipa PVC horizontal :

$$W2 = Lo \times L2 \times \gamma \times 1000 \times 10 \times \mu$$

$$W2 = 0.005398 \times 41 \times 0.577 \times 1000 \times 10 \times 0.76$$

$$W2 = 970.44786 \text{ Newton}$$

Berat material per satuan panjang pipa PVC :

$$w = Lo \times 1 \times \gamma \times 1000$$

$$w = 0.005398 \times 1 \times 0.577 \times 1000$$

$$w = 3.1144 \text{ Kg (setiap 1 meter panjang pipa)}$$

Kecepatan maju material didalam pipa PVC :

$$Vp = \frac{Q}{w}$$

$$Vp = \frac{0.125 \times 1000}{3.1144 \times 3600}$$

$$Vp = 0.0111489 \text{ m/s}$$

Besar usaha yang diperlukan untuk mendorong material didalam pipa:

$$Np = (W1 + W2) \times Vp$$

$$Np = (124.5761 + 970.44786) \times 0.0111489$$

$$Np = 12.2083 \text{ watt}$$

Penentuan Daya Motor

Daya motor yang diperlukan agar dapat memenuhi kapasitas mesin *screw conveyor* yang diinginkan adalah

$$No = \left(\frac{Q \times L \times \omega_a}{367} \right) + Np$$

$$No = \left(\frac{0.125 \times 0.2 \times 7.5}{367} \right) + 12.2083$$

$$No = 12.7192 \text{ watt}$$

$$No = 0.01705 \text{ hp}$$

Jenis motor listrik yang digunakan adalah GT071B4-B05MK0037 dengan kekuatan 0.37 kW atau setara dengan 0.5 hp dan agar dapat mencapai rpm yang diinginkan, motor listrik dihubungkan dengan gearbox tipe NMRV050 dengan ratio 1:30 dan menggunakan inverter tipe ACS150 01E-02A4-2 agar rpm yang dihasilkan lebih akurat dan sesuai dengan kebutuhan.

Torsi yang ditransmisikan gear motor ke poros *screw conveyor* adalah

$$Mo = \frac{12.7192}{1000 \times 40.3459} \times 975$$

$$Mo = 0.2868 \text{ Kgm}$$

Laju sembur dengan *pitch* (S) = 0.8D adalah

$$v = \frac{0.8 \times 0.81 \times 43.252}{60}$$

$$v = 0.04671 \text{ m/s}$$

Berat material setiap satuan panjang *screw* adalah

$$q = \frac{0.125}{3.6 \times 0.04671}$$

$$q = 0.743 \text{ kg/m}$$

Gaya aksial yang terjadi pada *screw conveyor* adalah

$$P = (q \times L \times \mu) + \left(\frac{(W1+W2)}{10} \right)$$

$$P = (0.759 \times 0.2 \times 0.3) + \left(\frac{(124.5761 + 970.44786)}{10} \right)$$

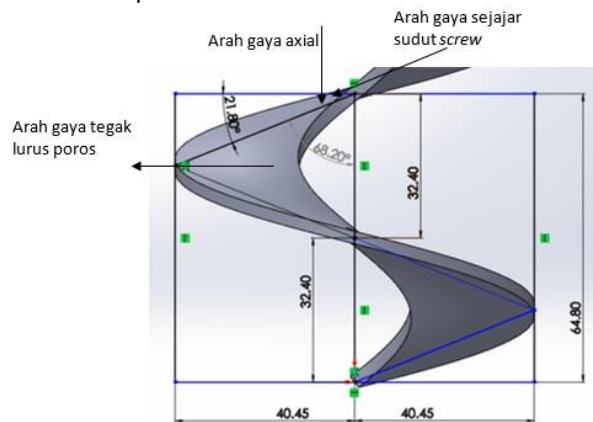
$$P = 109.547 \text{ Kg}$$

Tegangan Torsi pada Poros Screw

Untuk mencari tegangan torsi ada poros *screw*, pertama harus mencari tahu terlebih dahulu momen torsi yang terjadi pada *screw*. Momen torsi yang terjadi pada poros *screw* dihitung dengan cara menguraikan gaya axial yang terjadi pada poros *screw* sehingga menjadi gaya keliling / gaya yang tegak lurus dengan poros *screw*,

selanjutnya gaya keliling dikalikan dengan jari – jari poros. Berikut data – data pada *screw* :

- Gaya axial pada *screw* sebesar 109.548 Kg.
- Sudut $\alpha = 68.2^\circ$
- Sudut $\beta = 21.8^\circ$



Gambar 4. Arah gaya yang diuraikan

Besarnya gaya yang sejajar dengan sudut *screw* (P') :

$$P' = P \cos \alpha$$

$$P' = 109.547 \cos 68.2$$

$$P' = 40.682 \text{ Kg}$$

Besarnya gaya keliling pada poros *screw* (P'') :

$$P'' = P' \cos \beta$$

$$P'' = 40.682 \cos 21.8$$

$$P'' = 37.773 \text{ Kg}$$

Momen torsi pada poros *screw* (M_t) :

$$M_t = P'' \times \frac{\text{diameter poros}}{2}$$

$$M_t = 37.773 \times 10 \times \frac{25.4}{2}$$

$$M_t = 4797.171 \text{ Nmm}$$

Menentukan Diameter Poros

Berikut adalah data – data poros *screw* yang akan digunakan :

- Jenis material *stainless steel* AISI304
- *Tensile strength* 515 Mpa
- Panjang poros 0.4 meter

Diameter poros yang diperlukan :

$$|\tau| = \frac{M_t}{W_t}$$

$$515 = \frac{4797.171 \times 16}{\pi \times r^3}$$

$$515 = \frac{76754.736}{\pi \times (r)^3}$$

$$r = 3.62 \text{ mm}$$

Menurut hasil perhitungan diatas, diameter poros yang diperlukan 3.62 mm. Tetapi karena ketersediaan

barang di tempat, maka diameter poros yang digunakan 25.4 mm

Panjang Minimum Pasak Penghubung Poros dan Gearbox

Dimensi tinggi dan lebar pasak dapat dilihat dari dimensi jalur pasak pada *gearbox*. Pada *gearbox* lebar jalur pasak adalah 6.35 mm atau sama dengan 0.25 inch , dan kedalaman jalur pasak pada *gearbox* adalah 3.3 mm, maka tinggi pasak yang akan digunakan adalah 6.6 mm karena posisi pasak yaitu setengah dari tinggi masuk kedalam poros dan setengahnya masuk kedalam *gearbox* (*napf*). Pasak terbuat dari bahan ST34 dengan *tensile strenght* sebesar 330 Mpa. Panjang minimum pasak yang diperlukan dengan angka keamanan 2.5 agar dapat meneruskan momen torsi dapat dihitung sebagai berikut :

Panjang pasak agar tidak rusak karena tegangan geser :

$$L_g = \frac{M_t / r}{W \times |\tau|}$$

$$L_g = \frac{4797.171 / 12.7}{6.35 \times 0.58 \times 330 / 2.5}$$

$$L_g = 0.78 \text{ mm}$$

Panjang pasak agar tidak rusak karena tegangan tekan :

$$L_c = \frac{M_t / r}{0.5 \times H \times |\tau|}$$

$$L_c = \frac{4797.171 / 12.7}{3.3 \times 330 / 2.5}$$

$$L_c = 0.87 \text{ mm}$$

Dari dua perhitungan panjang pasak diatas, diambil nilai yang paling besar yaitu 0.87 mm. Jalur pasak pada *gearbox* memiliki panjang 92 mm, artinya pasak tidak akan rusak jika menggunakan pasak yang panjangnya sama jalur pasak pada *gearbox*.

Penentuan dan Pemilihan Bantalan

Pada mesin *screw conveyor* yang direncanakan, beban radial pada bearing sangat kecil sehingga dapat diasumsikan tidak terdapat beban radial. Sedangkan beban axial pada bearing berasal dari material yang didorong oleh mesin *screw conveyor* sebesar 109.547 Kg. Sehingga perhitungan pada bearing adalah sebagai berikut :

Beban ekuivalen statis :

$$P_o = X_o \times F_r + Y_o \times F_a$$

$$P_o = 0.6 \times 0 + 0.5 \times 109.547$$

$$P_o = 54.774 \text{ Kg}$$

Faktor beban untuk pemakaian normal adalah 1.2 sehingga :

$$P_w = F_w \times P_o$$

$$P_w = 1.2 \times 54.774$$

$$P_w = 65.729 \text{ Kg}$$

Faktor keamanan untuk penggunaan normal adalah 1.1 sehingga kapasitas beban statis adalah :

$$C_o = S_o \times P_w$$

$$C_o = 1.1 \times 65.729 \times 10$$

$$C_o = 723.02 \text{ Newton}$$

Beban ekuivalen dinamis :

$$P = X \times V \times F_r + Y \times F_a$$

$$P = 0.56 \times 1 \times 0 + 1 \times 109.547$$

$$P = 109.547 \text{ Kg}$$

Umur bearing diharapkan \cong 30.000 jam, maka kapasitas beban dinamis bantalan adalah:

$$C = P \times 10 \times \sqrt{\frac{L \times 60 \times n}{10^6}}$$

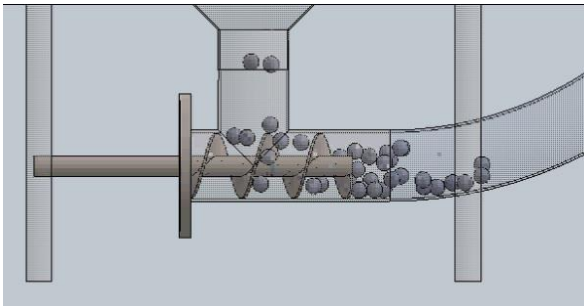
$$C = 109.547 \times 10 \times \sqrt{\frac{30000 \times 60 \times 43.252}{10^6}}$$

$$C = 4677.64 \text{ N}$$

Pada mesin *screw conveyor* ini dapat menggunakan bantalan UCF205-16J dengan jumlah bantalan satu buah.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari rancangan ini, berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan, mesin *screw conveyor* ini dapat berjalan dengan baik



Gambar 5. Hasil simulasi

5. Daftar Pustaka

1. Spivakovsky, A., V. Dyachkov, *Conveyor and Related Equipment*. Translated by : Don Danemanis. Moscow : Peace Publisher, 1997.
2. Sularso, Kiyokatsu Suga., *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Cetakan ke 7, Pradnya Paramita, Jakarta, 1991.
3. Messacar Julie dkk, (n.d.), *Conveyors*, 21 Juli 2015, <http://encyclopedia.che.engin.umich.edu/Pages/TransportStorage/Conveyors/Conveyors.html>