

Pengaruh *Pitch* pada *Screw Conveyor Machine* Terhadap Kualitas Penirisan Cacahan Plastik Basah

Sri Harmanto^{1*}, Timotius Anggit Kristiawan¹, Ahmad Dhimas Alisyafa'at¹, Riles Melvy Wattimena²

¹Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang

²Program Studi D3 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang

Jl. Prof. H. Soedarto, SH Tembalang Kota Semarang 024-7473417 Fax 7472396

*E-mail: sriharmanto62@gmail.com

Diajukan: 12-08-2022; Diterima: 19-04-2023; Diterbitkan: 20-04-2023

Abstrak

Screw conveyor merupakan suatu alat yang memiliki bentuk poros berupa ulir (*screw*) guna mengangkut dan/atau mengangkat partikulat pada tingkat yang terkendali dan stabil. Berdasarkan jarak *pitch*, *screw* memiliki beberapa jenis dan fungsi masing-masing. Pada perancangan *screw conveyor*, penentuan jenis *pitch* perlu diperhatikan untuk mendapatkan fungsi mesin yang diharapkan. Berdasarkan latar belakang di atas maka pada penelitian ini akan membahas pengaruh jenis *pitch* pada rancang bangun *standard sectional flight screw conveyor machine*. Tujuan penelitian ini adalah menentukan jenis *pitch* yang tepat untuk rancang bangun *standard sectional flight screw conveyor machine* dalam proses penirisan sekaligus pemindahan cacahan plastik basah. Metodologi dalam penelitian ini adalah keseluruhan proses dalam rancang bangun *standard sectional flight screw conveyor machine*. Proses rancang bangun penelitian ini meliputi identifikasi masalah, perumusan masalah, proses perancangan, proses pembuatan mesin, pengujian, analisa data dan pembahasan serta laporan hasil. Hasil penelitian ini adalah rancang bangun *standard sectional flight screw conveyor machine* dengan menggunakan jenis *short pitch* yang menghasilkan *output* penirisan paling baik dibandingkan jenis *pitch* lainnya. Berdasarkan analisa yang dilakukan rancang bangun *standard sectional flight screw conveyor machine* ini memiliki kapasitas maksimum sebesar 182 kg/menit yang digerakkan oleh motor listrik 3 phase dengan daya 3 Hp dan kecepatan maksimum 95 rpm.

Kata kunci: Cacahan Plastik; Kualitas Penirisan; *Pitch*; *Screw Conveyor*.

Abstract

A *screw conveyor* is a device that has a screw shape to transport and/or lift particulates at an uncontrolled and stable rate. Based on the pitch distance, screws have several types and their respective functions. In the design of the screw conveyor, it is expected, the type of pitch that needs to be considered to get the expected function of the machine. Based on the above background, this study will discuss the effect of pitch type on the standard sectional flight screw conveyor machine design. The purpose of this study was to determine the right type of pitch for the design of the standard sectional flight screw conveyor machine in the process of draining and removing wet plastic pieces. The methodology in this research is the whole process in the standard design of sectional flight screw conveyor machine. The design process of this research includes problems, problem formulation, design process, machine manufacturing process, testing, data analysis and discussion and report of results. The result of this research is the standard design of sectional flight screw conveyor machine using short pitch type produces the best draining output compared to other pitch types. Based on the analysis carried out by the design of the standard sectional flight screw conveyor machine, this machine has a maximum capacity of 182 kg/minute which is driven by a 3phase electric motor with a power of 3 HP and a maximum speed of 95 rpm.

Keywords : Drain Quality; *Pitch*; *Screw Conveyor*; Shredded Plastic.

1. Pendahuluan

Plastik masih sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari masyarakat Indonesia. Selain bahannya yang tidak mahal, plastik tidak mudah lapuk, ringan, dan anti-karat [1]. Walaupun demikian, tumpukan sampah plastik dapat mengganggu lingkungan karena ia bersifat non-biodegradabel. Sifat tersebut menjadikannya penyumbang limbah terbesar yang menyebabkan kerusakan lingkungan [2]. Berbagai upaya dilakukan masyarakat untuk menghancurkan atau membuang sampah plastik seperti menguburnya di tanah atau membakarnya, tetapi upaya-upaya tersebut menimbulkan masalah lain seperti dihasilkannya gas hasil pembakaran, penyumbatan aliran air, dan munculnya plastik

ke permukaan lagi setelah ditimbun [2]. Langkah yang tepat untuk meminimalisir pengaruh limbah plastik di lingkungan adalah mendaur ulang menjadi produk yang dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu daur ulang yang dapat dilakukan adalah daur ulang limbah plastik menjadi produk kantong plastik.

Pada industri pengolahan limbah plastik menjadi produk kantong plastik untuk menunjang proses pengolahan limbah plastik industri telah menggunakan mesin-mesin otomatis, salah satunya yaitu mesin *screw conveyor*. *Screw conveyor* merupakan suatu alat untuk mengangkut dan/atau mengangkat partikulat pada tingkat yang terkendali dan stabil. [3] [4]. Prinsip kerja *screw conveyor* yaitu *Screw* berputar secara konstan karena ditopang oleh bantalan (*bearing*). Perputaran *screw* akan mendorong bahan sepanjang *trough* (*casing*). Pada saat *screw* berputar, material dimasukkan melalui cawan pengisi (*feeding hopper*) ke *screw* yang bergerak maju akibat daya dorong *screw*. Material atau bahan yang berada di dalam *screw* akan dikeluarkan pada ujung *trough* atau bukaan bawah *trough* [5]. Pada proses pengaplikasiannya mesin tersebut digunakan dalam proses penirisan sekaligus pemindahan material cacahan plastik basah setelah proses pencucian. Mesin ini harus dibuat dengan material yang memiliki ketahanan korosi yang baik, karena mesin ini akan berkontak langsung dengan air yang menjadi pemicu terjadinya korosi. Korosi merupakan fenomena alamiah yang terjadi pada material logam, dimana korosi merupakan proses kerusakan material karena reaksi kimia atau elektrokimia dengan lingkungannya [6][7].

Faktor yang dipertimbangkan dalam desain mesin *screw conveyor* adalah biaya, ketersediaan bahan, kekakuan dan stabilitas getaran, daya tahan dan kekuatan bahan logam [4]. Dalam proses perancangan suatu mesin diperlukannya pemodelan dalam bentuk 3D dari desain mesin yang akan di buat. Proses pembuatan desain pada penelitian ini menggunakan *software solidwork 2017*. *Software* ini menawarkan peralatan 3D yang dapat membuat, mensimulasikan, mempublikasikan, dan mengatur data. *Solidwork* menyediakan solusi 3D secara lengkap sehingga dapat menerjemahkan ide-ide menjadi kenyataan, mendorong batas-batas desain, dan mencapai tujuan yang diinginkan [8]. Informasi seperti berat struktur dan posisi relatif terhadap elemen lain dari peralatan mesin dapat dengan mudah didapatkan melalui *software solidwork* [9]. Pada proses perancangan mesin tidak hanya memperhatikan pembuatan desain mesin tetapi perhitungan secara matematis diperlukan untuk menentukan spesifikasi dari mesin yang dibuat [10][11]. Berdasarkan latar belakang di atas pada penelitian ini akan membahas mengenai rancang bangun *Standard sectional flight screw conveyor machine* untuk proses penirisan sekaligus pemindahan cacahan plastik basah.

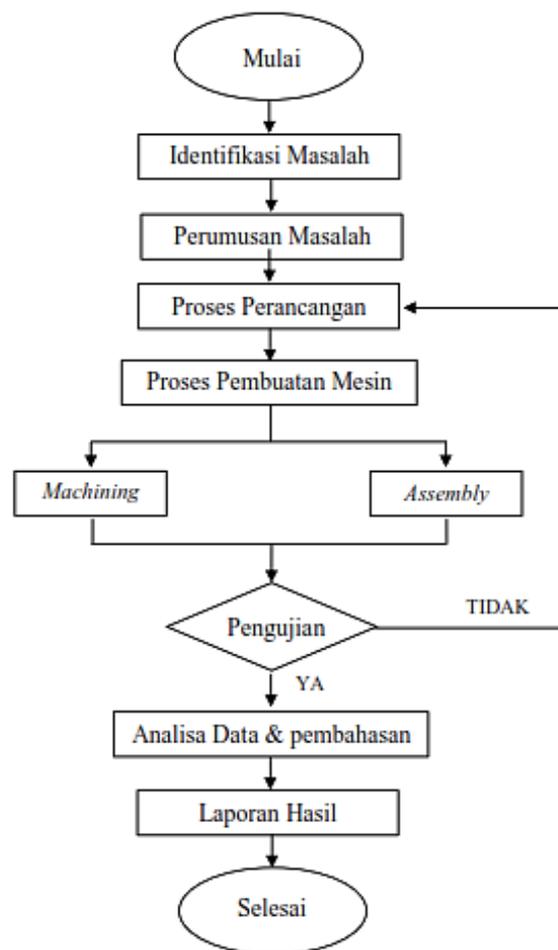
2. Material dan Metodologi

2.1 Material

Rancang bangun *Standard sectional flight screw conveyor machine* yang baik adalah rancangan yang menggunakan material dengan fungsi yang baik dan sesuai dengan kebutuhan. Pemilihan materil ini bertujuan untuk efisiensi biaya pengadaan dan penentuan kebutuhan untuk menunjang kinerja alat. Banyak faktor yang menentukan persyaratan pemilihan, seperti sifat mekanik, sifat kimia, sifat fisik, sifat listrik, dan biaya. Penentuan material untuk *Standard sectional flight screw conveyor machine* mempertimbangkan aspek ketahanan material terhadap korosi karena dalam pengaplikasiannya mesin ini akan berkontak langsung dengan air sehingga memerlukan material dengan ketahanan korosi yang tinggi. Pada penelitian ini material yang dipilih adalah *stainless steel 304* dengan *Tensile Strength 678 Mpa*, *Yield Stress 542 Mpa*, *Hardness 210 HBN* [12]

2.2 Metodologi

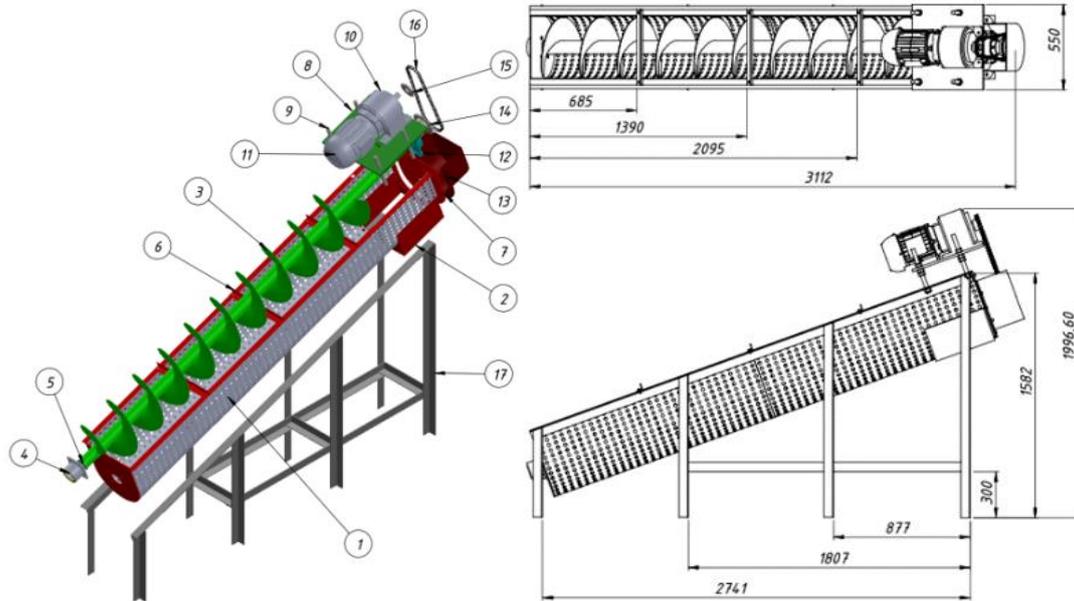
Memahami proses bagaimana sebuah peristiwa terjadi adalah kunci untuk merumuskan sebuah rekomendasi yang efektif ketika kesalahan atau error terjadi. *Rootcause analysis* (RCA) adalah sebuah *tools* yang didesain untuk memahami akar penyebab permasalahan sebuah peristiwa didasarkan pada kausalitas dalam sebuah proses. RCA berfungsi untuk mengidentifikasi dan mengkategorikan permasalahan yang menjadi penyebab terjadinya sesuatu pada sebuah peristiwa [13]. Dalam proses identifikasi dan kategorisasi, informasi yang dijelaskan tidak hanya “apa” dan “bagaimana” namun juga mengakomodir “kenapa” sebuah peristiwa itu terjadi. Bahasan utama dalam metodologi penelitian ini adalah keseluruhan proses dalam rancang bangun *Standard sectional flight screw conveyor machine*. Proses rancang bangun pada penelitian ini meliputi identifikasi masalah, perumusan masalah, proses perancangan, proses pembuatan mesin, proses pembuatan mesin, pengujian, analisa data dan pembahasan serta laporan hasil.



Gambar 1. Diagram alir rancang bangun *Standard sectional flight screw conveyor machine*

3. Hasil dan Pembahasan

Gambar 2 di bawah menunjukkan hasil desain dari *Standard sectional flight screw conveyor machine*. Adapun komponen-komponen dari *Standard sectional flight screw conveyor machine* secara berturut yaitu: *Trough, Outlite, Screw, Bushing Bronze, Ring, Rear Endplate, Stiffener, Baseplate, Baseplate Support, Gearbox, Motor Listrik, Bearing UCF 216, Cover, Driven Sporket, Driver Sporket, Roller chain, dan Support Frame*.



Gambar 2. Desain *Standard sectional flight screw conveyor machine*

3.1 Menghitung Volume Material per Pitch

Penentuan *pitch* pada *screw conveyir* dipilih berdasarkan desain dan kegunaan dari *screw conveyor* tersebut. Tabel 1 menunjukkan jenis-jenis *pitch* berdasarkan dimensi panjangnya.

Tabel 1. Jenis *Pitch*

<i>Pitch</i>	<i>Discription</i>	CF_1
<i>Standarad (full)</i>	$Pitch = diameter\ of\ screw$	1.00
<i>Short</i>	$Pitch = \frac{2}{3} diameter\ of\ screw$	1.50
<i>Long</i>	$Pitch = 1\frac{1}{2} diameter\ of\ screw$	0.67

Pemilihan jenis *pitch* dalam perancangan *screw conveyor* akan mempengaruhi volume material yang terbawa dalam satu kali putaran *screw*. Perhitungan volume material dipengaruhi oleh diameter *screw* (D), *pitch* (s), dan kemiringan mesin (C) persamaan (1).

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \times s \times C \times 30\% \quad (1)$$

Diketahui bahwa diameter dari *screw* adalah 400mm, sehingga volume material yang terbawa dalam satu kali putaran *screw* dari masing-masing jenis *pitch* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Volume per pitch screw conveyor

Jenis <i>pitch</i>	Jarak <i>pitch</i>	Volume material yang terbawa
<i>Short</i>	$Pitch = 260mm$	0,006 m ³
<i>Standarat (full)</i>	$Pitch = 400mm$	0,01 m ³
<i>Long</i>	$Pitch = 600mm$	0,015 m ³

3.2 Menghitung kapasitas mesin

Tabel 3. Kecepatan putar *screw conveyor* [14]

Diameter <i>Screw</i> , mm		120	150	200	250	300	400	500	600
Rpm	Min	25	23.6	23,6	23,6	19	19	19	15
	Max	200	150	150	118	118	95	95	75

Selain berpengaruh terhadap volume material yang dibawa dalam satu kali putaran *screw*, pemilihan jenis *pitch* berpengaruh juga terhadap kapasitas maksimum *screw conveyor*. Berdasarkan Tabel 2 penghitungan kapasitas maksimum *screw conveyor* dengan diameter *screw* 400 mm menggunakan kecepatan 95 rpm. Hal tersebut dikarenakan apabila *screw conveyor* menggunakan kecepatan lebih dari 95 rpm dikawatirkan *screw conveyor* tidak dapat bekerja secara optimal. Kapasitas *screw conveyor* tergantung pada diameter ulir (D), *pitch* ulir (S), kecepatan putaran motor (n), faktor kemiringan mesin (c) dan efisiensi pemuatan ulir (ϕ) dengan Persamaan (2).

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} \times S \times n \times \rho \times \phi \times C \times 30\% , \text{ kg/menit} \quad (2)$$

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan persamaan diatas didapatkan hasil kapasitas maksimum seperti dibawah ini:

<i>Short</i>	=	182 kg/menit
<i>Standarat (full)</i>	=	280 kg/menit
<i>Long</i>	=	280 kg/menit

3.3 Menghitung Daya Motor

Penentuan daya motor penggerak *screw conveyor* dipengaruhi oleh beban maksimum yang digerakkan serta torsi yang dibutuhkan untuk menggerakkan *screw conveyor*. Beban maksimum *screw conveyor* terbagi menjadi dua bagian yaitu komponen *screw conveyor* dan material yang dipindahkan, untuk menghitung massa (m) pada komponen *screw conveyor* menggunakan *software Solidwork* dengan analisa *evaluate mass propertis* pada desain dengan jenis material *stainless steel 304* (AISI 304) yang kemudian dikalikan dengan percepatan gravitasi (g).

Tabel 4. Beban Maksimum

Jenis Beban	Massa	F = m × g
Komponen <i>screw</i>	84,05 kg	824,55 N
Material yang dipindahkan	65,91 kg	646,58 N
Total		1471,134 N

Sehingga besar torsi (T) dengan posisi mesin 20° dari permukaan terhadap beban (F) dengan jarak (r) sejauh 500 mm dari pusat *gearbox* adalah sebagai berikut

$$T = rF\sin\theta \quad (3)$$

$$T = 0,5m \times 1.471,134 \text{ N} \times \sin 20^\circ$$

$$T = 220,67 \text{ Nm}$$

Daya (P) yang diperlukan untuk menggerakkan *screw conveyor machine* dengan torsi (T) sebesar 220,67 Nm terhadap kecepatan maksimum motor (n) adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{2\pi nT}{60000} \quad (4)$$

$$P = \frac{2 \times \pi \times 95 \text{ rpm} \times 220,67 \text{ Nm}}{60000}$$

$$P = 2,19 \text{ kW}$$

$$P = 2,93 \text{ Hp} \approx 3\text{Hp}$$

Berdasarkan perhitungan analisis diatas dapat dinyatakan bahwa rancang bangun *standard sectional flight screw conveyor machine* membutuhkan daya sebesar 3HP untuk pengoperasiannya.

3.4 Menghitung Rasio Sproket

Pada hal ini industri memiliki stok sproket RS60B dengan jumlah gigi 28 yang cukup banyak, sehingga dalam pembuatan *standard sectional flight screw conveyor machine* menggunakan sproket RS60B dengan jumlah gigi 28 sebagai sproket penggerak yang langsung terhubung dengan *gearbox*. Penentuan rasio jumlah gigi pada sproket sangat penting untuk menghasilkan kecepatan yang diperlukan untuk memutar *screw conveyor*. Sehingga untuk menentukan rasio jumlah gigi sproket yang tepat, agar kecepatan yang di butuhkan *screw conveyor* dapat dicari.

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{T_2}{T_1} \quad (5)$$

$$T_2 = \frac{71,25 \text{ rpm}}{90 \text{ rpm}} \times 28$$

$$T_2 = 22,16 \approx 23$$

dimana, N_1 =output kecepatan dari *gearbox*, N_2 = Kecepatan *screw conveyor*, T_2 = Jumlah gigi *driven sproket* dan T_1 = Jumlah gigi *driver sproket* . Motor listrik dengan spesifikasi tersebut memiliki kecepatan putar sebesar 1425 rpm sehingga untuk mengubah kecepatan motor listrik menjadi kecepatan yang dibutuhkan *screw conveyor* dilakukan dengan menambahkan *gearabox* dengan rasio 1:20, output dari *gearbox* kemudian ditranmisikan menggunakan *roller chain* dan *sproket* dengan perbandingan 28:23 hingga kecepatan putar dari motor listrik menjadi 95 rpm.

3.5 Realisasi Alat

Setelah pembuatan desain maka yang dilakukan selanjutnya adalah implementasi dengan merealisasikan desain kedalam bentuk nyata. Realisasi pembuatan mesin dibagi menjadi dua tahapan yaitu *machining* dan *assembly*. Pembuatan *standard sectional flight screw machine* dikerjakan kurang lebih dalam waktu 1 bulan. Hasil pembuatan alat ditunjukkan pada Gambar 3 dan Spesifikasi alat ditunjukkan pada Tabel 5.



Gambar 3. standart sectional flight screw machine

Tabel 5. Spesifikasi *standard sectional flight screw conveyor machine*

Desain		Mekanik	
Main Dimension (LxWxH)	: 2741mm x 550mm x 1996mm	Gerbox	: Rasio 1 : 20
Capacity	: 182 kg/menit	Drive Sproket	: RS60B28T
Material	: <i>Stainless Steel</i> 304	Driven Sproket	: RS60B23T
Diameter screw	: 400mm	Bearing	: UKF 218
Pitch screw	: 260mm	Bushing	: <i>Bushing Metal Bronze</i>
Panjang housing screw	: 3000mm	Transmisi	: Sproket & <i>Roller chain</i>

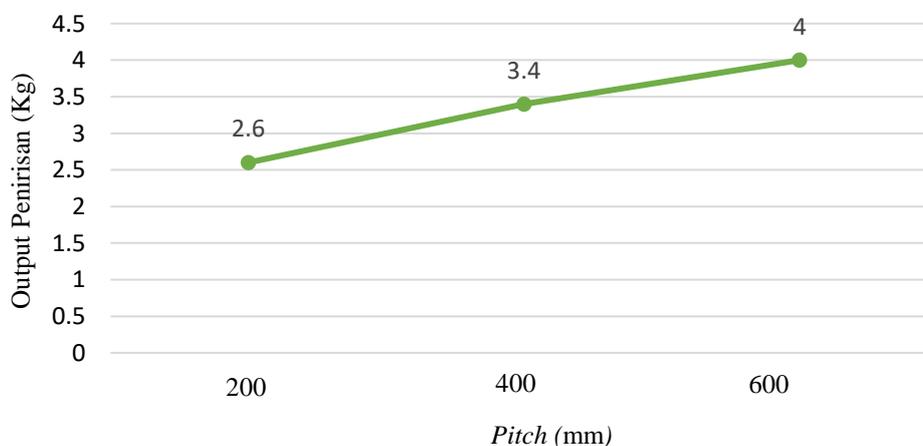
3.6 Data Pengujian

Pengujian dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak pemilihan jenis *pitch* terhadap rancang bangun *standard sectional flight screw conveyor machine* dan hasil penirisan cacahan plastik basah. Bahan uji berupa campuran 50% cacahan plastik serta 50% air dengan massa masing masing adalah 2,5 kg. Data hasil pengujian sesuai Tabel 6.

Tabel 6. Data Pengujian *standard sectional flight screw conveyor machine*

pengujian	<i>Pitch</i>	Kecepatan	Volume per <i>Pitch</i>	Kapasitas Maksimum	Input Penirisan	Output Penirisan
1	260 mm	46,15 rpm	0,0065 m ³	182 kg/menit	5 kg	2,7 kg
2	400 mm	46,15 rpm	0,01 m ³	280 kg/menit	5 kg	3,4 kg
3	600 mm	46,15 rpm	0,015 m ³	420 kg/menit	5 kg	3,8 kg

Gambar 4 menunjukkan grafik data hasil percobaan pengaruh *pitch* terhadap *output* penirisan cacahan plastik basah menggunakan *screw conveyor machine*.



Gambar 4. Grafik data besar *pitch* terhadap output penirisan

4. Kesimpulan

Setelah dilakukan analisa perhitungan didapatkan bahwa jenis *pitch* berpengaruh terhadap kapasitas maksimum *screw conveyor machine*, semakin panjang jarak *pitch* kapasitas *screw conveyor* juga semakin besar. Dari data pengujian penirisan cacahan plastik basah didapatkan bahwa jenis *short pitch* mampu meniriskan cacahan plastik basah paling baik dibandingkan dengan jenis *pitch* yang lain. Pengujian yang dilakukan dengan memberikan *input* material basah dengan komposisi 50% air dan 50% cacahan plastik yang masing-masing memiliki massa 2,5kg *output* penirisan

short pitch adalah 2,7 kg, *standard pitch* 3,4 kg dan *long pitch* 3,8 kg sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin pendek jarak *pitch* semakin maksimal juga kualitas hasil penirisan cacahan palstik basah. Hal ini terjadi karena dengan jarak *pitch* yang pendek maka volume material yang terbawa juga semakin sedikit, apabila volume yang dibawa sedikit maka penirisan akan bekerja secara maksimal. Berdasarkan analisa serta hasil pengujian didapatkan rancang bangun *standard sectional flight screw conveyor* degan jenis *short pitch* mampu meniriskan cacahan plastik basah secara optimal. Mesin tersebut digerakkan dengan motor listrik 3 phase dengan daya 3 Hp dan kecepatan maksimal 95 rpm.

Daftar Pustaka

- [1] R. C. Thompson, C. J. Moore, F. S. V. Saal, and S. H. Swan, "Plastics, the environment and human health: Current consensus and future trends," *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.*, vol. 364, no. 1526, pp. 2153–2166, 2009, doi: 10.1098/rstb.2009.0053.
- [2] Asia and M. Z. Arifin, "Dampak Sampah Plastik bagi Ekosistem Laut," *Pojok Ilm.*, vol. 14, pp. 44–48, 2017.
- [3] P. J. Owen and P. W. Cleary, "Prediction of screw conveyor performance using the Discrete Element Method (DEM)," *Powder Technol.*, vol. 193, no. 3, pp. 274–288, Aug. 2009, doi: 10.1016/j.powtec.2009.03.012.
- [4] saheb M. Shaikh, S. Samson, A. R. Shivthere, and H. B. Salunke, "A Review on Design Analysis & Optimization of Screw Conveyor," pp. 0–4, 2014.
- [5] A. B. Rantawi, "Perancangan Unit Transfer (Screw Conveyor) Pada Mesin Pengisi Polibag Untuk Meningkatkan Efektivitas Kinerja Di Bidang Pembibitan," vol. 4, no. 1, pp. 1–23, 2013.
- [6] M. F. Farkhani, H. Purwanto, and M. Dzulfikar, "Analisis laju korosi pada meterial baja ASTM A36 akibat pengaruh sudut bending dan aliran media korosi H2SO4 10%," vol. 16, no. 2, pp. 97–104, 2020.
- [7] W. K. Sabyantoro, H. Purwanto, and M. Dzulfikar, "Analisis Laju Korosi dengan Aliran Media Korosi HCL 10% pada Material Baja ASTM A36 dengan Sudut Bending," vol. 15, no. 1, pp. 51–57, 2019.
- [8] A. Y. Indraswara, R. A. Anugraha, and Y. Nugroho, "Perancangan E-Learning Solidworks Modul Part Assembly Menggunakan Model Addie Sebagai Media Pembelajaran Gambar Teknik Yang Efektif," *J. Rekayasa Sist. dan Ind.*, vol. 2, no. 02, pp. 53–58, 2015.
- [9] S. B. Patait and P. A. Makasare, "Structural Analysis and Optimalization of EDM Table Top," no. 1, pp. 391–395, 2016.
- [10] M. Prameswari, "Perencanaan Ulang Mesin Pembersih Pasir Menggunakan Screw Conveyor Dengan Kapasitas 17 Ton / Jam," Institut Teknologi Sepuluh November, 2018.
- [11] O. W. Obot, W. A. Akpan, A. E. Udofia, and I. B. Sam, "Design and Production of a Screw Conveyor with an Automated Bagging Unit," vol. 9, no. 3, pp. 28–34, 2020.
- [12] J. William D. Callister, *Fundamentals of Materiales Science and Engineering*. 2001.
- [13] J. J. Ronny and L. N. V. Houvol, "Root Cause Analysis to Qualitative For Beginners," 2004.
- [14] A. Spivakovsky and V. Dyachkov, *Conveyors and Related Equipment*. Moscow: Peac Publishers, 1966.
- [15] R. . Khurmi and J. K. Gupta, *A Textbook of Machine Design*, no. I. New Delhi: Eurasia Publishing (PVT.) Ltd., 2005.