

PEMILIHAN MEKANISME PENGISIAN PADA MESIN *FILLER* BERDASARKAN KARAKTERISTIK LUNCUR MATERIAL (*GRAIN, POWDER*)

Moh. Yusrit Taufiq

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email : mohtaufiq16050754060@mhs.unesa.ac.id.

Agung Prijo Budijono

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: agungbudijono@unesa.ac.id

ABSTRAK

Pemilihan mekanisme pada mesin *filler* dalam proses penakaran merupakan hal yang penting. Seringkali terjadi mekanisme pengisian tidak sesuai material yang diisikan. Keadaan ini akan menyebabkan antara lain: adanya material yang tersisa di *hopper* sehingga perawatan akan lebih intensif, dan ada kemungkinan kebutuhan bahan pembuatan lebih banyak. Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Penelitian dilakukan secara langsung yaitu melakukan pengujian untuk mengetahui laju aliran massa setiap material, selanjutnya dilakukan alternatif mekanismenya antara lain: jatuh bebas (buka tutup saja), menggunakan bantuan pengarah, dan tambahan sistem pendorong material keluar. Hasil penelitian menunjukkan laju aliran massa dengan sistem gravitasi pada material jagung dengan diameter *output* 2,3, dan 4 *inch* adalah 0,51 kg/s, 0,92 kg/s, 3,48 kg/s, pada material beras dengan diameter *output* 1,2,3, dan 4 *inch* adalah 0,56 kg/s, 0,78 kg/s, 1,3 kg/s, 4,02 kg/s, pada material gula dengan diameter *output* 1,2,3, dan 4 *inch* adalah 0,66 kg/s, 0,93 kg/s, 1,50 kg/s, 4,61 kg/s, pada material tepung dengan diameter *output* 1,2,3, dan 4 *inch* adalah 0. Untuk mekanisme pengisiannya material jagung dan beras menggunakan mekanisme buka tutup saja karena material dapat keluar 100%, material gula pada diameter 3 dan 4 *inch* menggunakan mekanisme buka tutup sedangkan diameter *output* 1 dan 2 *inch* menggunakan mekanisme pengarah karena ada material yang menempel di dinding *hopper*. Material tepung pada diameter *output* 1,2,3, dan 4 *inch* menggunakan mekanisme pengarah dan pendorong (*screw*).

Kata Kunci: mekanisme pengisian, mesin *filler*, material *grain* dan material *powder*

ABSTRACT

The selection of the mechanism on the filler machine in the dosing process is important. It often happens that the filling mechanism does not match the material being filled. This situation will cause, among other things: the presence of material left in the hopper so that the treatment will be more intensive, and there is a possibility that more material is needed for manufacture. This study uses experimental research methods. The research was carried out directly, namely conducting tests to determine the mass flow rate of each material, furthermore, alternative mechanisms are carried out, including: free fall (only open the lid), using the guide (Agitator), and additional material pushing out system. The results showed the mass flow rate with a gravity system on corn material with an output diameter of 2,3, and 4 inches was 0.51 kg/s, 0.92 kg/s, 3.48 kg/s, on rice material with an output diameter 1,2,3, and 4 inches are 0.56 kg/s, 0.78 kg/s, 1.3 kg/s, 4.02 kg/s, on sugar materials with an output diameter of 1,2,3, and 4 inches are 0.66 kg/s, 0.93 kg/s, 1.50 kg/s, 4.61 kg/s, on flour materials with output diameters of 1,2,3, and 4 inches are 0. For the filling mechanism, corn and rice materials use an open and close mechanism because the material can come out 100%, sugar material in 3 and 4 inch diameters uses an sliding valve mechanism while 1 and 2 inch diameters use a guide mechanism (agitator) because there is material attached to the hopper wall. flour material in 1,2,3 and 4 inch diameters using a guide and push mechanism (screw).

Keywords: filling mechanism, filling machine, grain material and powder material

PENDAHULUAN

Pangan merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia, karena itu pemenuhan atas pangan yang cukup, bergizi dan aman menjadi hak asasi setiap rakyat Indonesia untuk mewujudkan sumberdaya manusia yang berkualitas. Menurut USDA dan *Goldman Sachs Commodities Reserch* (2014), sejak tahun 2000 hasil pertanian tidak hanya dibutuhkan untuk kebutuhan pangan dan pakan

tetapi juga untuk energi, tetapi sampai 10 tahun kedepan kebutuhan hasil pertanian untuk pangan dan pakan masih tetap akan dominan. Hasil penelitian Puska PDN (2013) menunjukkan bahwa antara permintaan dan penawaran beberapa pangan sampai dengan 2050 gap-nya semakin besar dimana tingkat permintaan lebih besar dari pada penawaran.

Kebutuhan bahan pokok pangan didalam negeri setiap harinya semakin meningkat dan jumlah permintaan yang

sangat banyak sedangkan dalam proses penakarannya sendiri dulu masih menggunakan metode manual yaitu dengan sendok takar dan timbangan. Sehingga untuk kapasitas produksi yang banyak, untuk menimbang membutuhkan waktu yang lama dan penimbangan cenderung tidak akurat dan tidak stabil karena masih menggunakan tenaga manusia, metode semacam ini sangatlah tidak efisien. Berdasarkan fenomena diatas seiring berjalannya waktu dan semakin berkembangnya teknologi maka terciptalah alat yang mampu menakar dan menimbang muatan secara otomatis sesuai dengan karakteristiknya yaitu mesin *filler*.

Sekarang ini penggunaan mesin *filler* sebagai alat untuk menakar produk dalam kemasan sudah banyak dijumpai di kalangan industri, baik industri kecil maupun menengah. Mesin *filler* dipilih karena lebih efisien dilihat dari besarnya permintaan pasar. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, dalam pembuatan mesin *filler* perlu diperhatikan beberapa hal, diantaranya adalah mekanisme pengisian mesin tersebut berdasarkan karakteristik materialnya, sehingga hasil penakaran lebih akurat dan biaya pembuatan lebih hemat.

Pemilihan mekanisme pengisian pada mesin *filler* dalam proses penakaran merupakan hal yang penting. Perlu adanya pemilihan mekanisme pengisian pada mesin *filler* sesuai dengan karakteristik material yang diisikan. Karakteristik material sendiri berbeda-beda, ada yang berbentuk biji-bijian (*grain*), bubuk (*powder*), dan cair (*fluid*). Partikel yang ukurannya lebih besar dari 250 μm biasanya mengalir bebas dipengaruhi oleh gaya gravitasi, sedangkan partikel dengan ukuran dibawah 100 μm biasanya lebih lengket dan masalah aliran mungkin terjadi, untuk *powder* yang memiliki ukuran partikel kurang dari 10 μm biasanya sangat lengket dan dapat menahan aliran gravitasi kebawah (Michael E. Aulton, 2013). Jika tidak memperhatikan hal tersebut akan menyebabkan: (1) adanya material yang tersisa di *hopper* yaitu material *powder* sehingga perawatan akan lebih intensif (2) ada kemungkinan kebutuhan bahan pembuatan lebih banyak.

Powder filling device (Shuji Morimoto dkk, 2011), penelitian tersebut memiliki tujuan teknis untuk memecahkan masalah yang terjadi. Dan hasilnya dapat memberikan peralatan pengisian bubuk yang dapat mencegah bagian *screw* dari *auger screw* agar tidak bersentuhan dengan permukaan bagian dalam dari bagian pengukuran silinder melingkar di bagian ujung bawah corong dan juga dapat memudahkan pekerjaan perakitan dan disamping itu dapat dibuat ringkas dan dipraktikkan dengan biaya rendah.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui laju aliran massa setiap material pada bentuk dan dimensi *hopper* yang

sudah ditentukan. Selanjutnya dilakukan alternatif pemilihan mekanismenya antara lain :

- Jatuh bebas (buka tutup saja)
- Menggunakan bantuan pengarah material
- Tambahan sistem pendorong material keluar

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mekanisme yang sesuai berdasarkan karakteristik material yang diisikan yaitu material *grain* dan *powder* pada mesin *filler*, sehingga sistem pengisian bisa lebih efektif.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Bagaimana karakteristik (laju aliran massa) setiap material pada bentuk dan dimensi *hopper* yang sudah ditentukan dengan sistem gravitasi?
- Bagaimana mengetahui mekanisme pengisian yang sesuai berdasarkan karakteristik setiap material (apakah buka tutup saja, menggunakan bantuan pengarah, atau tambahan sistem pendorong)?
- Bagaimana bentuk dan ukuran mekanisme pengisian mesin *filler* berdasarkan karakteristik setiap material sesuai target takaran?

Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Mengetahui karakteristik (laju aliran massa) setiap material pada bentuk dan dimensi *hopper* yang sudah ditentukan dengan sistem gravitasi.
- Mengetahui mekanisme pengisian yang sesuai berdasarkan karakteristik setiap material (apakah buka tutup saja, menggunakan bantuan pengarah, atau tambahan sistem pendorong).
- Mendapatkan bentuk dan ukuran mekanisme pengisian mesin *filler* berdasarkan karakteristik setiap material sesuai target takaran

METODE

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimen. Dimana untuk mengetahui mekanisme yang sesuai dengan materialnya perlu melakukan uji coba secara langsung. Maka dilakukan beberapa variasi mekanisme.

Tempat dan Waktu Penelitian

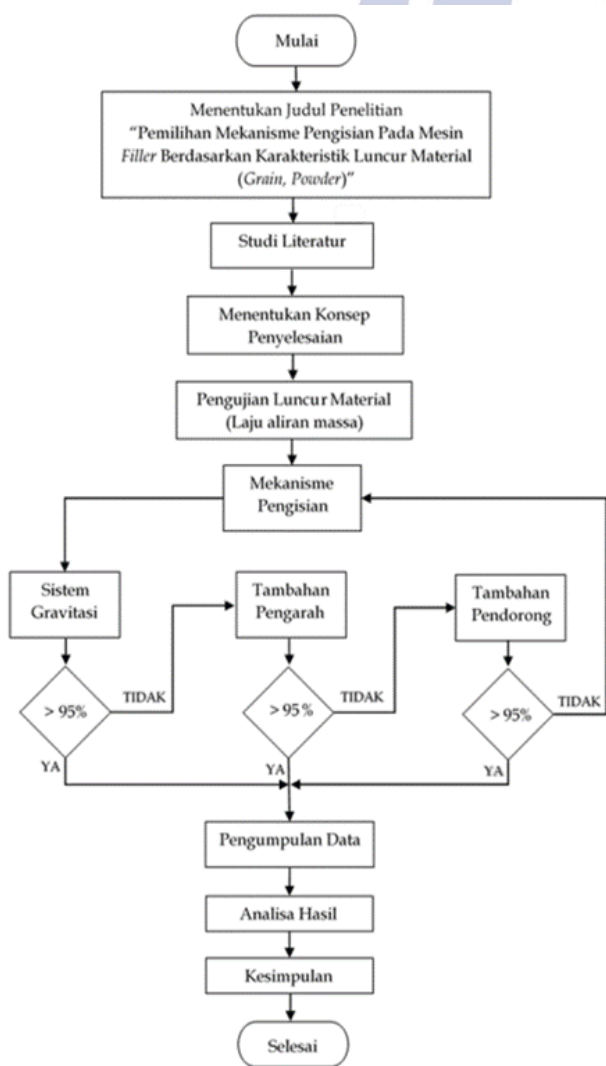
- Tempat Penelitian
 - a. Pengujian untuk mencari mekanisme pengisian pada mesin *filler* yang sesuai dilakukan di bengkel manufaktur, Sidoarjo.
 - b. Pembuatan bentuk dan desain mekanisme pengisian mesin *filler* dilakukan di Laboratorium Mekatronika A9 Lantai 4 Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.
- Waktu Penelitian

Penelitian ini dimulai setelah peneliti melaksanakan seminar ujian proposal skripsi hingga proses pengambilan data dan analisa data selesai.

Variabel Penelitian

- Variabel Bebas
 - a. Mekanisme pengisian (buka tutup *valve* (jatuh bebas), bantuan pengarah material, dan tambahan pengarah dan pendorong material keluar).
 - b. Variasi diameter *output hopper* (1,2,3, dan 4 *inch*)
 - c. Material uji (jagung, beras, tepung, gula) yang diisikan pada *hopper*.
- Variabel Terikat
 - a. Laju aliran massa
 - b. Prosentase material yang jatuh
- Variabel Kontrol
 - Kapasitas material selama pengujian

Rancangan Penelitian

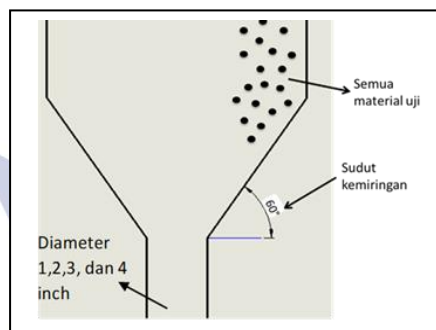


Gambar 1. Flowchart Penelitian.

Proses Melakukan Pengujian

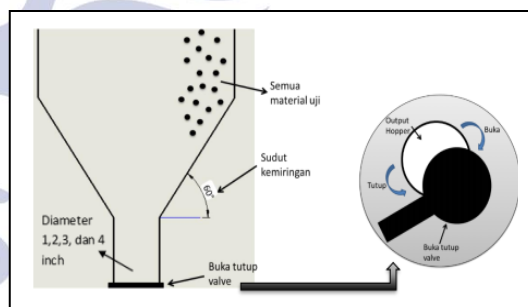
- Tahap Pengujian Luncur Material

Pada tahapan ini yang dilakukan adalah meluncurkan seluruh material dengan berat 10 kg pada *hopper* berbahan plat *stainless* sudut 60° dan diameter *output* 1,2,3, dan 4 *inch* dengan sistem gravitasi. Selanjutnya menghitung lama waktu material tersebut keluar lebih dari 95%. Hasil dari pengujian ini diharapkan mendapatkan nilai laju aliran massa dari setiap material tersebut.



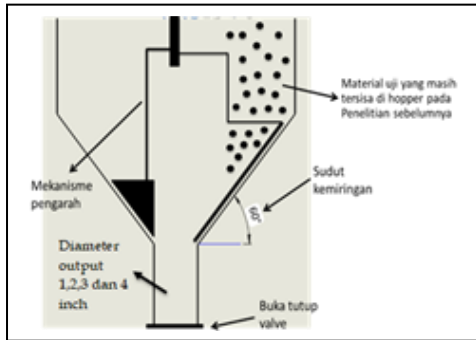
Gambar 2. Mekanisme Pengujian Luncur Material.

- Tahap Pengujian dengan Mekanisme Pengisian
 - Pada tahapan pertama ini melakukan pengujian pada seluruh material uji berat 10 kg dengan mekanisme buka tutup *valve* dengan sudut 60° dan diameter *output* 1,2,3, dan 4 *inch*. Hasil dari pengujian ini diharapkan mendapatkan data material yang mengalami jatuh sempurna.



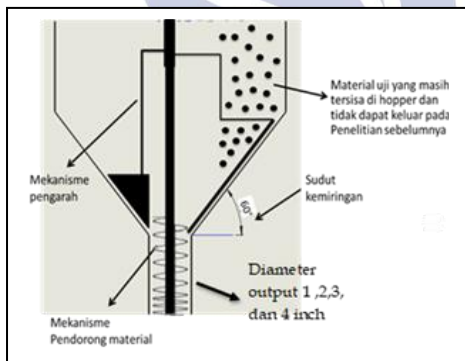
Gambar 3. Mekanisme Pengujian Buka Tutup.

- Pada tahapan kedua melakukan pengujian pada seluruh material uji berat 10 kg dengan tambahan mekanisme pengarah material pada diameter *output* 1,2,3, dan 4 *inch*. Setelah mengetahui material yang tidak turun <95% pada tahapan sebelumnya maka perlu adanya bantuan pengarah supaya material dapat sepenuhnya keluar. Hasil dari pengujian ini diharapkan mendapatkan data material yang tidak tersisa di *hopper* dengan bantuan pengarah material.



Gambar 4. Mekanisme Pengujian Pengarah Material

- Pada tahapan terakhir melakukan pengujian pada seluruh material uji berat 10 kg dengan tambahan mekanisme pengarah dan pendorong material pada diameter *output* 1,2,3 dan 4 *inch*. Setelah mengetahui material yang tidak turun <95% dan macet pada tahapan sebelumnya maka perlu adanya bantuan pendorong supaya material dapat sepenuhnya keluar. Hasil dari pengujian ini diharapkan mendapatkan data material yang tidak tersisa dan dapat keluar dengan bantuan pengarah dan pendorong material.



Gambar 5. Mekanisme Pengujian Pengarah dan Pendorong Material

- Alat Yang Digunakan Pada Saat Pengujian
 - *Hopper*



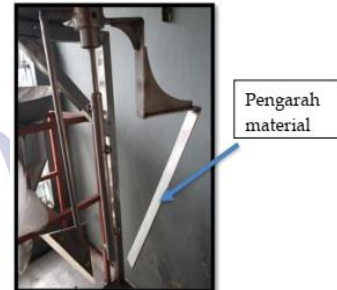
Gambar 6. *Hopper* Mesin Filler

- Mekanisme Buka Tutup



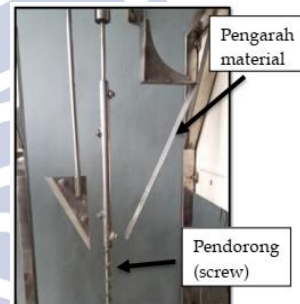
Gambar 7. Mekanisme Buka Tutup

- Mekanisme Pengarah Material



Gambar 8. Mekanisme Pengarah Material

- Mekanisme Pendorong Material



Gambar 9. Mekanisme Pendorong Material

- Timbangan Digital dan Stopwatch



Gambar 10. Timbangan Digital dan Stopwatch

- Bahan Yang Digunakan Pada Saat Pengujian

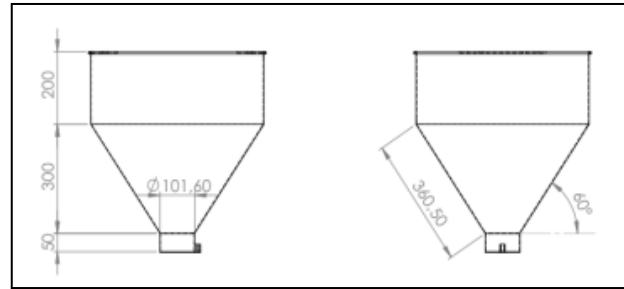
- *Grain* dan *Powder*



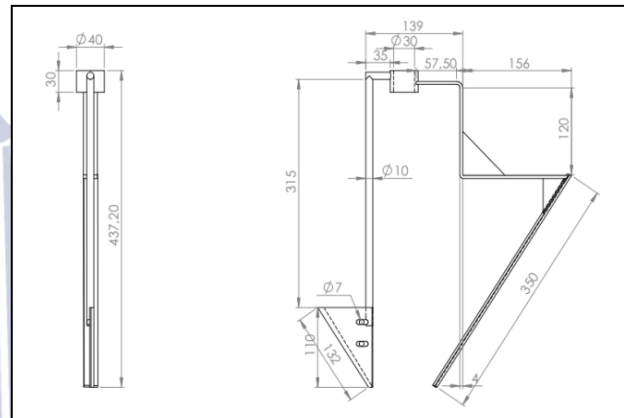
Dari ketiga tabel pengujian mekanisme diatas dapat disimpulkan kedalam tabel sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Kesimpulan Pengambilan Data dari 3 Tabel Mekanisme Pengisian

Material	Diameter (inch)	Waktu (s)			Kondisi material di hopper		
		Buka tutup	Pengarah material	Pengarah dan pendorong	Buka tutup	Pengarah material	Pengarah dan pendorong
Jagung	1	0	0	333,1	Tidak turun	Turun 4%	100% keluar
	2	19,52	20,1	199,5	100% keluar	100% keluar	100% keluar
	3	10,85	10,95	109,8	100% keluar	100% keluar	100% keluar
	4	2,88	3,56	78,64	100% keluar	100% keluar	100% keluar
Beras	1	17,98	18,10	318,1	100% keluar	100% keluar	100% keluar
	2	12,93	13,13	173,3	100% keluar	100% keluar	100% keluar
	3	7,67	7,96	107,9	100% keluar	100% keluar	100% keluar
	4	2,51	2,70	72,7	100% keluar	100% keluar	100% keluar
Gula	1	15,21	15,45	315,4	Turun 93%	100% keluar	100% keluar
	2	10,79	10,95	150,9	Turun 96%	100% keluar	100% keluar
	3	6,63	6,75	96,7	Turun 98%	100% keluar	100% keluar
	4	2,17	2,26	52,26	Turun 99%	100% keluar	100% keluar
Tepung	1	0	0	351,4	Tidak turun	Turun 2%	100% keluar
	2	0	0	160,8	Turun 1%	Turun 5%	100% keluar
	3	0	0	110,52	Turun 3%	Turun 8%	100% keluar
	4	0	0	81,18	Turun 5%	Turun 12%	100% keluar



Gambar 13. Detail Bentuk dan Ukuran Hopper



Gambar 14. Detail Bentuk dan Ukuran Pengarah

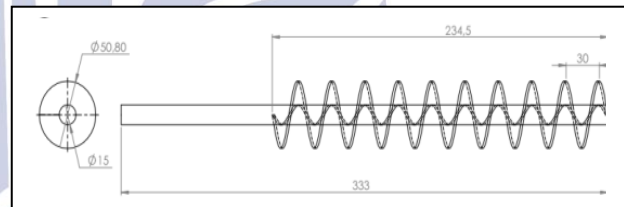
Setelah melakukan pengujian pada 3 mekanisme diatas dapat di ketahui mekanisme yang sesuai dengan karakteristik material yang diisikan. Dapat dituliskan ke dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Pemilihan Mekanisme Dari Pengambilan Data Dengan 3 Mekanisme Pengisian.

Material	Mekanisme			keterangan
	Buka tutup	Pengarah material	Pengarah dan pendorong material	
Jagung	Ya	Tidak	Tidak	Material jagung dengan mekanisme buka tutup dapat turun 100% kecuali diameter output 1 inch. Maka untuk material jagung tidak perlu bantuan pengarah maupun pendorong (screw), sehingga biaya lebih hemat.
Beras	Ya	Tidak	Tidak	Material beras dengan mekanisme buka tutup dapat turun 100%. Maka untuk material jagung tidak perlu bantuan pengarah maupun pendorong (screw), sehingga biaya lebih hemat.
Gula	Ya	Ya	Tidak	Material gula untuk diameter output 3 dan 4 inch material dapat turun 98-99%, maka cukup dengan mekanisme buka tutup saja. Untuk diameter output 1 dan 2 inch sebaiknya menggunakan tambahan mekanisme pengarah.
Tepung	Tidak	Tidak	Ya	Material tepung dengan mekanisme buka tutup maupun tambahan pengarah material tidak dapat turun 100%, maka harus menggunakan tambahan pendorong (screw)

Keterangan: Hasil yang diblok warna kuning adalah pilihan yang di rekomendasikan peneliti.

Bentuk hopper pada penelitian ini sudah ditentukan yaitu memiliki sudut kemiringan 60° dengan variasi diameter output yaitu 1,2,3, dan 4 inch. Untuk detail bentuk dan ukuran mekanisme pengisian mesin filler sebagai berikut:



Gambar 15. Detail Bentuk dan Ukuran Pendorong (Screw)

Pembahasan

- Hasil Pengujian Luncur Material (laju aliran massa)
 - Pada material jagung dengan sistem gravitasi pada diameter output 1 inch, laju aliran massanya 0 karena material tidak turun, pada diameter output 2,3, dan 4 inch, laju aliran massanya masing-masing 0,51 kg/s, 0,92 kg/s, 3,48 kg/s. Pada material beras dengan sistem gravitasi pada diameter output 1,2,3, dan 4 inch material dapat turun, sehingga laju aliran massanya masing-masing 0,56 kg/s, 0,78 kg/s, 1,3 kg/s, 4,02 kg/s. Pada material gula dengan sistem gravitasi pada diameter output 1,2,3, dan 4 inch material dapat turun, sehingga laju aliran massanya masing-masing 0,66 kg/s, 0,93 kg/s, 1,50 kg/s, 4,61 kg/s. Pada material tepung dengan sistem gravitasi pada diameter output 1,2,3, dan 4 inch material tidak dapat turun, sehingga laju aliran massanya 0.
- Hasil Pemilihan Mekanisme Pengisian Berdasarkan Karakteristik Luncur Material

Pada material jagung sebaiknya menggunakan mekanisme buka tutup saja karena material dapat turun 100% dan tidak ada yang tersisa di dinding *hopper* dengan biaya pembuatan yang lebih hemat dan waktu keluar lebih cepat dibandingkan dengan bantuan pengarah maupun pendorong. Untuk material jagung sebaiknya tidak memakai diameter *output* 1 *inch* karena ukuran jagung yang besar dan diameter *output*-nya kecil sehingga material terhenti tidak dapat keluar.

Pada material beras sebaiknya menggunakan mekanisme buka tutup saja karena material dapat turun 100% dan tidak ada yang tersisa di dinding *hopper* dengan biaya pembuatan yang lebih hemat dan waktu keluar lebih cepat dibandingkan dengan bantuan pengarah maupun pendorong.

Pada material gula jika menggunakan mekanisme buka tutup saja waktu yang dibutuhkan lebih singkat tetapi ada material yang tersisa sedikit di dinding *hopper* sekitar 6-10%, sebaiknya untuk material gula menggunakan mekanisme buka tutup untuk diameter *output* 3 dan 4 *inch* karena material dapat keluar lebih dari 95%, dan tambahan mekanisme pengarah untuk diameter 1 dan 2 *inch* sehingga dapat mengatasi permasalahan tersebut, tapi biaya dalam pembuatannya sedikit lebih banyak.

Pada material tepung (*powder*) jika menggunakan mekanisme buka tutup maupun bantuan pengarah dengan diameter 1,2,3, dan 4 *inch* tetap saja material yang di dalam *hopper* tidak dapat sepenuhnya jatuh hanya sekitar 4-18% saja dikarenakan material terhenti di *output hopper*-nya. Maka sebaiknya menggunakan bantuan pendorong (*screw*) dan pengarah untuk mengatasi permasalahan tersebut karena material dapat turun 100%.

- Bentuk dan Ukuran Mekanisme Mesin *Filler*

Bentuk *hopper* memiliki sudut kemiringan 60° dengan diameter *input hopper* 50 cm dan diameter *output hopper* bervariasi yaitu 1,2,3, dan 4 *inch* sesuai kebutuhan konsumen, kapasitas maksimal *hopper* yaitu 25 kg. jadi diameter *output* 1 dan 2 *inch* untuk pengemasan dibawah 10 kg dan diameter 3 dan 4 *inch* untuk pengemasan diatas 10kg. *Screw* (pendorong) memiliki 2 variasi yaitu untuk diameter *output* 1 dan 2 *inch*. Pada diameter 1 *inch* memiliki ukuran $D=25,4$ mm, $d=7,5$ mm, s (pitch) = 30 mm sepanjang 234,5 mm, sedangkan diameter 2 *inch* memiliki ukuran $D=50,8$ mm, $d=15$ mm, s (pitch) = 30 mm sepanjang 234,5 mm. Panjang total *screw* yaitu 333 mm.

PENUTUP

Simpulan

- Dengan menggunakan sistem gravitasi pada material jagung dengan diameter *output* 2,3, dan 4 *inch* material

dapat keluar kecuali diameter 1 *inch*, laju aliran massanya yaitu 0,51 kg/s, 0,92 kg/s, 3,48 kg/s. Pada material beras dengan diameter *output* 1,2,3, dan 4 *inch* material dapat keluar, laju aliran massanya yaitu 0,56 kg/s, 0,78 kg/s, 1,3 kg/s, 4,02 kg/s. Pada material gula dengan diameter *output* 1,2,3, dan 4 *inch* material dapat keluar, laju aliran massanya yaitu 0,66 kg/s, 0,93 kg/s, 1,50 kg/s, 4,61 kg/s. Pada material tepung material tidak keluar, sehingga laju aliran massanya 0.

- Pada material jagung dengan diameter 2,3, dan 4 *inch* dapat keluar 100% kecuali diameter 1 *inch* tidak turun, maka sebaiknya memakai mekanisme buka tutup saja. Pada material beras dengan diameter 1,2,3, dan 4 *inch* dapat keluar 100%, maka sebaiknya memakai mekanisme buka tutup. Pada material gula dengan diameter 3 dan 4 *inch* material dapat keluar 98-99%, maka sebaiknya memakai mekanisme buka tutup saja, untuk diameter 1 dan 2 *inch* material dapat keluar 94-90%, maka sebaiknya memakai tambahan pengarah supaya material keluar 100%. Pada material tepung dengan mekanisme buka tutup dan tambahan pengarah material dapat keluar 1-14% saja, maka sebaiknya memakai sistem pengarah dan pendorong (*screw*) karena material dapat keluar 100%.
- Bentuk dan ukuran mekanisme pengisian yaitu untuk *hopper* sudut kemiringannya 60° dengan diameter *output*-nya 1 dan 2 *inch* untuk pengemasan dibawah 10 kg dan diameter 3 dan 4 *inch* untuk pengemasan diatas 10 kg. Pada bagian pendorong (*screw*) memiliki ukuran $D=50,8$ mm pada diameter *output* 2 *inch* dan $D=25,4$ mm pada diameter *output* 1 *inch*, serta s (pitch) = 30 mm.

Saran

- Pada saat pengambilan data dilakukan secara manual dirasa kurang optimal sebaiknya dilakukan secara otomatis sehingga hasilnya lebih akurat.
- Berat material saat pengujian hanya 10 kg sebaiknya dilengkapi dengan menambahkan sampai kapasitas *hopper* penuh.
- Jika *output hopper* menggunakan satu ukuran maka sebaiknya memakai sistem kontrol untuk pengemasan sedikit, karena dapat meminimalisir terjadinya *error*.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, Ali 2011. *Otomatisasi pengisi gula pada kantong plastik berbasis mikrokontroler*. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya Kampus PENS-ITS Sukolilo, Surabaya.

Ardianto M. 2017. *Perancangan Rekayasa Penakar Otomatis Bahan Makanan*. Skripsi. Tidak

Diterbitkan. Fakultas Teknologi Industri.
Universitas Katolik Parahyangan Bandung.

- Astawan M. 2004. *Sehat bersama aneka sehat pangan alami*. Solo: Tiga serangkai.
- Brown, RL., Richards, JC. 2016. *Principles Of Powder Mechanics: Essays On The Packing And Flow Of Powders And Bulk Solids*. Volume 10. London: Pergamon Press.
- Dwi Wisnu Susilo, Judi Prajetno Sugiono. 2016. *Perencanaan Dan Pembuatan Alat Pengisi Bubuk Kopi*. Sekolah Tinggi Teknik Surabaya. Vol. 8; No. 1; Hal. 9-14.
- Juli Sardi, Mhd Iqbal, Ali Basrah Pulungan, Habibullah Habibullah⁽⁴⁾.2019. "Pemograman Alat Penimbang dan Packing Beras Berbasis Mikrokontroler". Volume 5 Nomor 2.
- Juwono Ardiansah. 2020. *Penentuan Dimensi Hopper Pada Mesin Filler Berdasarkan Karakteristik Luncur Material (Grain, Powder)*. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.
- Michael E, Aulton. 2013. *The Design and Manufacture of Medicine*. Fourth Edition: Elsevier Health Science.
- Morimoto, S., Sogo, T., Wada, Y. 2011. *Powder Filling Device*. United States.
- Surya Abdul Muttalib, Agriananta Fahmi Hidayat, Asih Priyati. 2019. *Rancang Bangun Hooper Out Put Campuran Ragi Tempe Dengan Kedelai*. Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem. Universitas Mataram.
- Syeihan Syahrul Syah. 2019. *Perancangan Mesin Penakar Tepung Otomatis Berbasis Reverse Engineering Dan Kebutuhan Customer*. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.