

Efektivitas *Vertical Screw* Pada Mesin Pencuci Mangkuk Otomatis

Edilla¹⁾, Hendriko²⁾, Yohanes Daud Suherman³⁾

Jurusan Teknologi Industri Politeknik Caltex Riau

Jl Umbansari No 1 Rumbai Pekanbaru, Riau 28265

edilla@pcr.ac.id¹⁾, hendriko@pcr.ac.id²⁾, yohanes@alumni.mahasiswa.pcr.ac.id³⁾

Abstract— Alat feeder mangkuk adalah suatu alat pengumpan dalam sebuah sistem pencucian mangkuk otomatis. Feeder berfungsi untuk memisahkan mangkuk satu per satu dari tumpukan yang tersusun vertikal. Beberapa industri telah menciptakan alat feeder mangkuk plastik dengan metode *screw* dan pneumatik. Akan tetapi mangkuk yang banyak digunakan di masyarakat adalah mangkuk jenis keramik, bukan mangkuk plastik. Mangkuk keramik terutama digunakan untuk penyajian jenis makanan berkuah. Pada paper ini dikembangkan sebuah alat feeder mangkuk keramik menggunakan mekanisme *vertical screw* dan pneumatik. Terdapat 4 buah *screw* yang digunakan untuk memisahkan tumpukan mangkuk satu persatu. Keempat *screw* tersebut digerakkan oleh motor dc torque. Mangkuk yang keluar dari *screw* akan jatuh satu per satu ke konveyor. Selanjutnya konveyor membawa mangkuk menuju proses pencucian. Kecepatan feeder diatur menggunakan pulse width modulation sehingga jarak antara satu mangkuk dengan mangkuk berikutnya dapat disesuaikan sesuai kebutuhan. Dari beberapa pengujian yang telah dilakukan, diperoleh data bahwa alat ini mampu mengumpan mangkuk dengan kecepatan 1411,7 mangkuk per jam. Data ini diperoleh dengan kombinasi kecepatan motor *screw* 80 rpm dan motor conveyor 135 rpm.

Kata Kunci: *Feeder, Screw, Mangkuk*

Abstrack— *The bowl feeder is a tool feeder for the process of separating the bowls one by one from the stack arranged vertically and then the bowl will cross the conveyor. Some industries have created screw and pneumatic methods for feeding plastic bowl. However, the existing type of bowl beside plastics there are also ceramics. Ceramic bowl are widely used for culinary. In this final project a bowl feeder device has been made where the process is by placing a dirty bowl in the container so that the bowl will pass one by one to 4 screws which are driven by a dc torque motor which functions for the separation process from the stack. Next, after the bowl reaches the conveyor, it will cross to get to the washing process which is driven by a dc torque motor. The feeder speed can be adjusted using pulse width modulation so it can have variations of speed in the feeder bowl process to get to the washing process. This feeder is able to feed 1411,7 bowl per hour using combination speed of 80 rpm screw motor and 135 rpm conveyor motor.*

Keywords : *Feeder, Screw, Bowl*

© 2020 Elektron Jurnal Ilmiah

I. PENDAHULUAN

Restoran atau kuliner seperti bakso, mie ayam, bubur, sup dan makanan berkuah lainnya biasanya menggunakan mangkuk bergambar ayam jago. Kuliner ini juga disebut sebagai pangan nasional dan mudah ditemukan disekitar kita, selain itu masyarakat juga menilai kuliner berkuah seperti bakso sangat populer dan disukai. Mangkuk yang digunakan yaitu mangkuk jenis keramik dengan ukuran diameter atas 160 mm, diameter bawah 80 mm dan tinggi 60 mm. Biasanya proses mencuci mangkuk dilakukan secara manual oleh pekerja yaitu mencuci mangkuk dengan menggunakan sikat untuk membersihkan bagian dari mangkuk kotor, setelah itu mangkuk akan dicuci dan dibilas untuk dipakai kembali. Adapun yang menjadi masalah pada proses mencuci mangkuk biasanya terjadi karena menumpuk setiap mangkuk yang telah dipakai ke suatu wadah, kemudian pencucian akan dilakukan setelah mangkuk penuh. Proses seperti menumpuk mangkuk kotor akan menghambat proses kerja berikutnya dimana ketika mangkuk bersih yang dibutuhkan untuk dipakai telah habis.

Pada aplikasi proses pengumpanan *vertical screw* sudah banyak diaplikasikan dalam vertikal konveyor, *screw* konveyor lazim digunakan pada aplikasi memindahkan material yang berupa tumpukan ataupun berbentuk bubuk, aplikasi *vertical screw* konveyor banyak digunakan untuk jarak yang relatif pendek dan juga banyak diaplikasikan untuk penanganan dan transportasi material yang bersifat limbah [1]-[9]. Meskipun memiliki banyak keunggulan dan luasnya area aplikasi vertikal *screw* juga memiliki sisi minus dalam hal rendahnya feeding dan efisiensi rasio penghantaran material. Dengan memperhatikan sisi gaya gesek material pada sisi inlet dan kecepatan putar *screw* dapat meningkatkan efektifitas feeding rate *vertical screw* conveyor [3][4][5].

Industri juga sudah mengembangkan alat feeder mangkuk otomatis dengan sistem yang berbeda, salah satunya adalah perusahaan Inray yang membuat alat pengumpan dibuat khusus, sehingga memastikan setiap mangkuk yang dilakukan proses *feeder* sempurna. Alat *feeder* yang diproduksi inray hanya berbobot 12 kg dan mencapai kecepatan 140 mangkuk

per menit, kemudian mudah bagi pengguna memasukkan dan mengeluarkan *screw* untuk dilakukan pencucian. In tray mendesain alat yang dikendalikan oleh servo, dimana *screw* akan langsung bersentuhan dengan mangkuk kemudian mangkuk akan melintasi *screw* dan sampai pada sabuk conveyor [10]. Yang menjadi catatan khusus adalah alat yang dibuat in tray ini digunakan khusus untuk mangkuk berbahan plastic yang bobotnya sangat ringan. Produk berikutnya adalah alat yang dibuat oleh MGS Company, yang merupakan sebuah alat pemindah mangkuk otomatis menggunakan pneumatik. Alat ini mampu memindahkan mangkuk hingga 45 item per menit [11]. Alat ini bekerja dengan prinsip batch dan tidak dapat dipakai secara kontinu dan mangkuk yang dipindahkan memiliki bobot yang ringan karena terbuat dari plastik.

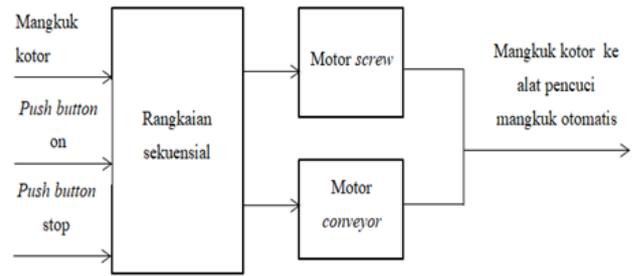
Oleh karena itu maka pada penelitian ini ini mengambil posisi pada peruntukan target mangkuk berbahan dasar keramik yang memiliki bobot cukup berat jika dibandingkan dengan mangkuk berbahan dasar plastik, dan juga mengaplikasikan *screw* vertikal sebagai alat pengantar utama dan mengedepankan aspek kerja yang bersifat kontinu sehingga mangkuk kotor yang diproses dapat ditambahkan kapan saja asalkan kapasitas alat tampung masih memungkinkan. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat membantu proses pengembangan alat pencuci mangkuk otomatis yang kemudian bermuara pada terbantunya pekerja dan pemilik usaha makanan atau kuliner yang menggunakan mangkuk sebagai wadah makanannya

II. METODE

Pada penelitian ini dirancang dan direalisasikan alat yang mampu memegang dan menampung mangkuk kotor sebanyak 24 buah sekaligus dan kemudian dapat mengeluarkan dan menghantarkan mangkuk kotor tersebut satu persatu secara kontinu tanpa merusak mangkuk tersebut. Kriteria efektivitas aplikasi *vertical screw* pada penelitian ini menitik beratkan pada keamanan terhadap mangkuk yang dihantarkan tanpa ada benturan ataupun kerusakan yang timbul selama proses penghantaran, kecepatan proses penghantaran mangkuk pada kondisi optimal paling tidak dapat menghantarkan minimal 1000 mangkuk per jam serta kapasitas daya tampung alat dapat menampung 24 buah mangkuk pada suatu waktu.

3.2 Blok Diagram Alat

Untuk membantu merealisasikan pembuatan alat ini maka dirancanglah blok diagram dan *flowchart* alat pengantar mangkuk kotor tersebut. Adapun blok diagram alat dapat dilihat pada Gambar 2.1 sedangkan *flowchart* alat dapat dilihat seperti pada Gambar 2.2



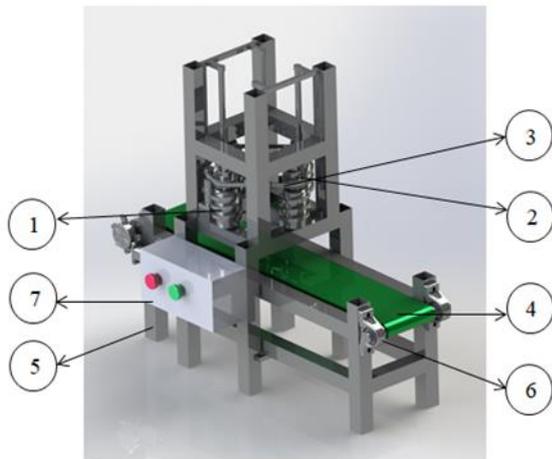
Gambar 2.1 Diagram blok alat



Gambar 2.2 Diagram alir alat

3.3 Desain Alat

Untuk mempermudah pembuatan alat maka dibuat juga desain alat pengantar mangkuk kotor ini menggunakan software solidwork, desain alat tersebut dapat dilihat seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Desain alat

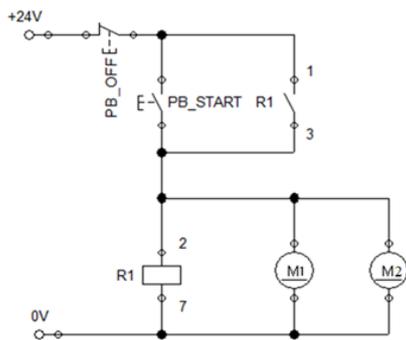
Keterangan:

- 1. *Screw*
- 2. *Timing Pulley*
- 3. *Timing Belt*
- 4. *Belt Conveyor*
- 5. Kerangka
- 6. *Bearing*
- 7. Tempat Rangkaian Elektronik

Kerangka alat ini dibuat dengan aluminium profile ukuran 20mm x 20mm. *Screw* untuk pengambilan mangkuk satu per satu berbahan nilon dengan dimensi diameter 70mm dan panjang 100mm.

3.4 Perancangan Elektrik

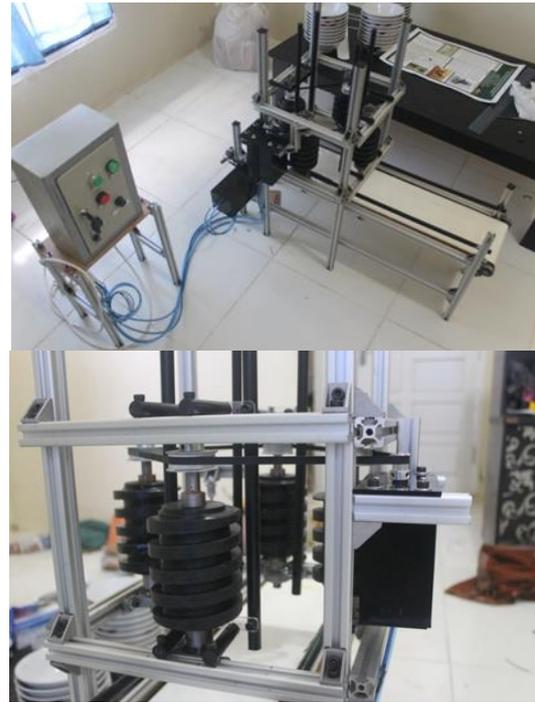
Rangkaian kontrol merupakan keseluruhan rangkaian elektronika yang dirancang agar mampu mengontrol pergerakan aktuator. Pada alat ini menggunakan rangkaian kontrol sekuensial. Gambar rangkaian dapat dilihat seperti pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Skematik rangkaian kontrol alat

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melewati proses perancangan dan beberapa penyesuaian maka hasil implementasi alat tersebut dapat dilihat seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Implementasi alat

Screw berfungsi untuk memisahkan mangkuk satu per satu dari tumpukan, *screw* ini terbuat dari bahan nilon. *Belt Konveyor* berfungsi sebagai lintasan mangkuk untuk proses selanjutnya, poros konveyor terbuat dari bahan nilon dan konveyor menggunakan bahan kanvas. Tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap alat pada beberapa parameter.

3.1 Pengujian sinkronisasi kecepatan motor *screw* dan konveyor

Pengujian sinkronisasi feeder mangkuk ini dilakukan untuk mengetahui berapa kecepatan yang tepat digunakan untuk proses kerja alat ini supaya tidak terjadi tabrakan antar mangkuk. Adapun hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Tabel hasil pengamatan sinkronisasi

No	Hasil Pengamatan			
	Motor <i>Screw</i>	Motor Konveyor 65 rpm	Motor Konveyor 100 rpm	Motor Konveyor 135 rpm
1	5	✓	✓	✓
2	20	✓	✓	✓
3	40	✗	✓	✓
4	60	✗	✓	✓
5	80	✗	✗	✓

Keterangan:

✓ : Mangkuk sampai pada konveyor dengan baik.

✗ : Ketika mangkuk sampai pada konveyor, terjadi tabrakan dengan mangkuk yang akan jatuh selanjutnya

Dari hasil pengujian 3.1 selanjutnya dilakukan pengujian lebih mendalam dari kombinasi kecepatan

motor *screw* dan konveyor untuk mengetahui lama waktu proses pengantaran mangkuk untuk setiap kombinasi yang paling optimal.

3.2 Pengujian waktu proses dengan variasi kecepatan motor *screw*

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan variasi kecepatan motor *screw* mulai dari 5, 20, 40, 60 dan 80 rpm dan kecepatan motor konveyor diatur sebesar 135 rpm. Pengujian ini dilakukan dalam rangka untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk tiap mangkuk keluar dari *vertical screw*. Seperti yang diketahui sebelumnya ketika alat mulai dioperasikan mangkuk tidak langsung sampai ke konveyor karena adanya proses pemisahan mangkuk dari tumpukan yang disusun vertikal dimana proses pemisahan mangkuk telah berhasil dibuat dengan menggunakan *screw* seperti pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Proses pemisahan oleh *screw*

Hasil data percobaan tersebut dapat dilihat seperti pada tabel 3.2. Dari data tersebut diketahui bahwa waktu terlama untuk memproses 24 mangkuk adalah selama 21,51 menit dengan menggunakan kecepatan motor *screw* 5 rpm dan waktu tercepat dicapai dengan menggunakan motor *screw* dengan kecepatan 80 rpm yang membutuhkan waktu selama 0,56 menit untuk memproses 24 mangkuk. Pada kesemua proses pengujian dengan variasi kecepatan motor *screw* tersebut mangkuk dapat diproses dengan aman tanpa ada terjadi kerusakan ataupun cacat pada mangkuk.

Pengujian berikutnya adalah pengujian lama waktu proses sampai pada mangkuk keluar dari konveyor dengan menggunakan kecepatan motor konveyor sebesar 135 rpm dan kecepatan motor *screw* yang bervariasi mulai dari 5, 20, 40, 60 dan 80 rpm. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat seperti pada tabel 3.3. Dari data tersebut diketahui waktu terlama untuk mangkuk ke-24 keluar dari konveyor adalah 21,59 menit dengan menggunakan kecepatan motor *screw* 5 rpm dan waktu tercepat dicapai pada kecepatan motor *screw* 80 rpm dimana membutuhkan waktu 1,02 menit untuk mengeluarkan 24 mangkuk dari konveyor.

Tabel 3.2 Waktu proses di *vertical screw* menggunakan kecepatan motor *screw* yang bervariasi

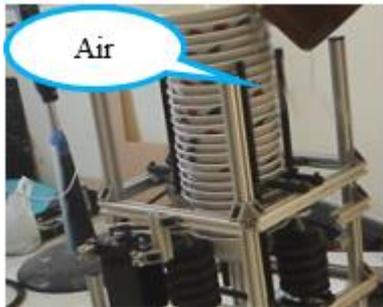
Mangkuk ke	Waktu mangkuk keluar dari <i>screw</i> [menit]				
	5 rpm	20 rpm	40 rpm	60 rpm	80 rpm
1	3.41	0.37	0.17	0.12	0.1
2	4.24	0.45	0.21	0.15	0.12
3	5.09	0.54	0.25	0.18	0.14
4	5.54	1.03	0.29	0.21	0.16
5	6.41	1.12	0.33	0.24	0.18
6	7.24	1.22	0.37	0.27	0.2
7	8.09	1.31	0.41	0.3	0.22
8	8.52	1.41	0.45	0.33	0.24
9	9.37	1.5	0.49	0.36	0.26
10	10.21	1.58	0.53	0.39	0.28
11	11.07	2.08	0.57	0.42	0.3
12	11.52	2.16	1.01	0.45	0.32
13	12.37	2.25	1.05	0.48	0.34
14	13.23	2.34	1.09	0.51	0.36
15	14.07	2.43	1.13	0.54	0.38
16	15.52	3.01	1.17	0.57	0.4
17	15.37	3.1	1.21	1	0.42
18	16.22	3.18	1.25	1.03	0.44
19	17.07	3.26	1.29	1.06	0.46
20	18.52	3.34	1.33	1.09	0.48
21	19.36	3.42	1.37	1.12	0.5
22	20.21	3.5	1.41	1.15	0.52
23	21.06	3.58	1.45	1.18	0.54
24	21.51	4.06	1.49	1.21	0.56

Tabel 3.2 Waktu proses di konveyor menggunakan kecepatan motor *screw* yang bervariasi

Mangkuk ke	Waktu mangkuk keluar dari konveyor [menit]				
	5 rpm	20 rpm	40 rpm	60 rpm	80 rpm
1	3.49	0.45	0.23	0.18	0.16
2	4.32	0.53	0.27	0.21	0.18
3	5.17	1.02	0.31	0.24	0.2
4	6.02	1.11	0.35	0.27	0.22
5	6.49	1.2	0.39	0.3	0.24
6	7.32	1.3	0.43	0.33	0.26
7	8.17	1.39	0.47	0.36	0.28
8	9	1.49	0.51	0.39	0.3
9	9.45	1.58	0.55	0.42	0.32
10	10.29	2.06	0.59	0.45	0.34
11	11.15	2.16	1.03	0.48	0.36
12	12	2.24	1.07	0.51	0.38
13	12.45	2.33	1.11	0.54	0.4
14	13.31	2.42	1.15	0.57	0.42
15	14.15	2.51	1.19	1	0.44
16	16	3.09	1.23	1.03	0.46
17	15.45	3.18	1.27	1.06	0.48
18	16.3	3.26	1.31	1.09	0.5
19	17.15	3.34	1.35	1.12	0.52
20	19	3.42	1.39	1.15	0.54
21	19.44	3.5	1.43	1.18	0.56
22	20.29	3.58	1.47	1.21	0.58
23	21.14	4.06	1.51	1.24	1
24	21.59	4.14	1.55	1.27	1.02

Pada semua pengujian juga dilakukan simulasi kondisi riil dimana bisa saja mangkuk yang disusun

terdapat air dan sisa makanan atau tisu, semua kondisi tersebut sudah disimulasikan pada percobaan tersebut seperti pada gambar 3.3



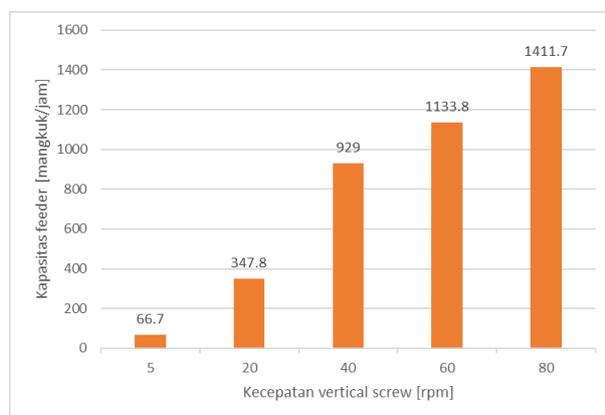
Gambar 3.3 Simulasi kondisi mangkuk terdapat air dan tisu

Dari semua variasi kecepatan *vertical screw* yang diujicobakan tersebut jika dibuat resumennya maka hasil akhirnya dapat dilihat seperti pada Tabel 3.6 berikut.

Tabel 3.6 Resume waktu proses/mangkuk

No.	Kecepatan <i>vertical screw</i> [rpm]	waktu proses feeder / mangkuk [detik]
1	5	53.975
2	20	10.35
3	40	3.875
4	60	3.175
5	80	2.55

Dari waktu proses per mangkuk tersebut maka selanjutnya dapat diperoleh kapasitas *feeder* alat per jam yang dapat dilihat seperti pada gambar 3.4, dimana pada data tersebut diketahui bahwa kapasitas pada saat menggunakan kecepatan *vertical screw* sebesar 5 rpm adalah 66,7 mangkuk per jam, untuk kecepatan 20 rpm sebesar 347,8 mangkuk per jam. Untuk kecepatan *vertical screw* 40, 60 dan 80 rpm secara berturut-turut kapasitas *feeder*-nya adalah sebesar 929 mangkuk per jam; 1133,8 mangkuk per jam dan 1411,7 mangkuk per jam.



Gambar 3.4 kapasitas *feeder* per jam

3.3 Pengujian kapasitas penampung maksimum

Pengujian ini dilakukan dalam rangka mengetahui kapasitas maksimum mangkuk yang dapat ditampung oleh alat. Pengujian dilakukan bertahap dengan

menambahkan 2 mangkuk setiap pengujian pada kecepatan motor *screw* 60 rpm dan motor *conveyor* 135 rpm.

Tabel 3.7 Pengujian kapasitas maksimum

No.	Urutan Ke-	Hasil Pengamatan			
		Seluruh Mangkuk Turun?	Konstruksi Pengarah Mangkuk Stabil?	Konstruksi Rangka Stabil?	Tumpukan Mangkuk Stabil?
1	24	Ya	Ya	Ya	Ya
2	25	Ya	Ya	Ya	Ya
3	26	Ya	Ya	Sedikit Bergetar	Ya
4	27	Ya	Miring	Bergetar	Miring
5	28	Ya	Miring	Bergetar	Miring

Pada saat penambahan 2 mangkuk dengan jumlah menjadi 26 buah proses *feeder* masih dapat beroperasi dengan baik walaupun tumpukan mangkuk sudah pada posisi lebih tinggi dari konstruksi pengarah mangkuk dan juga konstruksi rangka masih tidak terganggu pada kapasitas 26 buah mangkuk. Pada kapasitas mangkuk 28 buah dan juga sekaligus dengan kondisi mangkuk diisi air dan tisu dengan beban 13kg *feeder* dapat beroperasi dengan baik dan mampu melakukan *feeder* 28 mangkuk dalam waktu 1 menit 40 detik. Akan tetapi pada pengujian didapati kemungkinan kondisi tumpukan mangkuk miring, kondisi ini dapat mengakibatkan mangkuk jatuh karena konstruksi pengarah untuk menjaga mangkuk lebih rendah dari tumpukan mangkuk.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis dapat ditarik kesimpulan bahwa alat feeder mangkuk ini dapat berfungsi dengan baik untuk mangkuk berdiameter luar 160 mm. Waktu proses feeder per mangkuk berada pada rentang 53,9 detik per mangkuk untuk kecepatan *screw* 5 rpm sampai dengan 2,55 detik per mangkuk saat menggunakan kecepatan *screw* sebesar 80 rpm. Kapasitas penghantaran yang terbesar didapat pada kondisi kecepatan motor konveyor sebesar 135 rpm dan kecepatan motor *screw* 80 rpm dengan kapasitas penghantaran/feeder sebesar 1411,7 mangkuk per jam. Sedangkan pengembangan kedepan yang bisa dilakukan terkait penelitian ini diantaranya adalah penelitian lebih lanjut terkait penggunaan pitch *screw* yang lebih besar dengan harapan dapat meningkatkan kecepatan proses serta melakukan modifikasi dudukan *vertical screw* yang bisa diubah-ubah untuk memfasilitasi ukuran mangkuk yang berbeda.

UCAPAN TERIMA KASIH (ACKNOWLEDGEMENT)

Pada kesempatan ini Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Kampus Politeknik Caltex Riau (PCR) terutama BP2M PCR, yang telah banyak

membantu sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik dan juga kepada seluruh pihak lain yang tidak dapat dituliskan satu persatu namanya yang telah berkontribusi pada kegiatan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] K. Ashigaki, S. Yoshihama, K. Kato, Y. Yamada and T. Nakamura, "Research on horizontal, inclined, and vertical conveyance of powder by peristaltic conveyor for developing high-speed printing machine," *2017 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII)*, Taipei, 2017, pp. 781-786, doi: 10.1109/SII.2017.8279317.
- [2] Sun Xiaoxia, Meng Wenjun, Yuan yuan, "Design method of a vertical screw conveyor based on Taylor–Couette–Poiseuille stable helical vortex", *2017 Science Progress (SAGE) Journals, vol 9 Issue 7*, doi : [10.1177/1687814017714984](https://doi.org/10.1177/1687814017714984)
- [3] Jianming Yuan, Mingzhi Li, Fangping Ye, Zhenhui Zhou, "Dynamic characteristic analysis of vertical screw conveyor in variable screw section condition", *2020 Science Progress (SAGE) Journals, Vol 103, Issue 3, 2020* [online] doi: 10.1177/00368550420951056 (diakses September 2020)
- [4] Yanlong Han, Fuguo Jia, Yong Zeng, Longwei Jiang, Yaxion Zhang, Bin Cao, "DEM study of particle conveying in a feed screw section of vertical rice mill", *2017 Powder Technology vol 311 pp 213-225*, doi : [10.1016/j.powtec.2017.01.058](https://doi.org/10.1016/j.powtec.2017.01.058)
- [5] H. Zhang, W. Zhao, J. Zhang and H. Liu, "Research on the modeling of dynamics for vertical axis ball screw feed system," *2013 IEEE International Symposium on Assembly and Manufacturing (ISAM)*, Xi'an, 2013, pp. 208-213, doi: 10.1109/ISAM.2013.6643529.
- [6] J. Li and G. Zhang, "Study of the Prediction of Different Particle Material on Conveying Capacity of Differential Vertical Screw Conveyor Using Similarity Theory," *2019 12th International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation (ICICTA)*, Xiangtan, China, 2019, pp. 715-718, doi: 10.1109/ICICTA49267.2019.00156.
- [7] Rozbroj, J., Zegzulka, J., & Nečas, J. (2015). Use of DEM in the determination of friction parameters on a physical comparative model of a vertical screw conveyor. *Chemical and Biochemical Engineering Quarterly*, 29(1), 25-34.
- [8] Owen, P. J., & Cleary, P. W. (2010). Screw conveyor performance: comparison of discrete element modelling with laboratory experiments. *Progress in Computational Fluid Dynamics, An International Journal*, 10(5-6), 327-333.
- [9] Yuan, J., Li, M., Ye, F., & Zhou, Z. (2020). Dynamic characteristic analysis of vertical screw conveyor in variable screw section condition. *Science Progress*, 103(3), 0036850420951056
- [10] Intech, intray smart tool, <https://intech.dk/en/food-industry-intray>, diakses September 2020
- [11] Mgsmachine, ITD™ – Intermittent Tray Denester, <https://www.mgsmachine.com/en/solutions/product/itd> (diakses Agustus 2020)