



ANALISIS ALIRAN MATERIAL GRANULAR PADA SCREW CONVEYOR MESIN BRIKET MENGUNAKAN DISCRETE ELEMENT METHOD (DEM)

Diki Aven Malau¹, Waskito², Delima Yanti Sari³, Rifelino⁴

*Program Studi S1 Teknik Mesin, Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik,
Universitas Negeri Padang, Indonesia*

Email: dikiavenmalau2004@gmail.com

Abstrak

Screw conveyor merupakan salah satu komponen penting pada mesin briket yang berfungsi memindahkan material biomassa secara kontinu. Karakteristik aliran material di dalam screw conveyor dipengaruhi oleh geometri screw, termasuk pitch dan clearance antara ujung flight dengan casing. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi pitch dan clearance terhadap pola pergerakan partikel, kecepatan, laju aliran massa, dan gaya kontak serbuk kayu menggunakan Discrete Element Method (DEM). Model tiga dimensi dibuat menggunakan SolidWorks dan disimulasikan menggunakan Ansys Rocky. Pitch divariasikan sebesar 40, 50, dan 60 mm, sedangkan clearance divariasikan sebesar 1, 2, dan 3 mm. Kecepatan putar dijaga konstan pada 60 rpm. Data kuantitatif dianalisis pada interval waktu 12-15 s. Hasil menunjukkan bahwa average velocity tertinggi tercatat pada variasi P40-C3 sebesar 0,06745 m/s, sedangkan nilai terendah terdapat pada P40-C2 sebesar 0,03682 m/s. Pada tabel hasil simulasi, average mass flow tertinggi sebesar 0,00074669 t/jam diperoleh pada P40-C1 dan terendah sebesar 0,00020066 t/jam pada P40-C3. Nilai average normal force tertinggi tercatat pada P40-C3 sebesar 0,47956 N. Hasil ini menunjukkan bahwa kecepatan partikel yang tinggi tidak selalu diikuti oleh laju aliran massa yang tinggi, sehingga evaluasi kinerja screw conveyor perlu mempertimbangkan beberapa parameter secara bersamaan.

Kata kunci: serbuk kayu; screw conveyor; Discrete Element Method; pitch; clearance.

Abstract

A screw conveyor is an important component of a briquette machine for continuously transporting biomass material. Granular flow inside a screw conveyor is affected by screw geometry, including pitch and clearance between the screw flight and casing. This study investigates the effects of pitch and clearance variations on particle motion, velocity, mass flow rate, and contact force of wood powder using the Discrete Element Method (DEM). A three-dimensional model was developed in SolidWorks and simulated in Ansys Rocky. The screw pitch was varied at 40, 50, and 60 mm, while the clearance was varied at 1, 2, and 3 mm. The rotational speed was kept constant at 60 rpm. Quantitative outputs were analyzed over the 12-15 s interval. The highest average particle velocity was 0.06745 m/s for P40-C3, while the lowest was 0.03682 m/s for P40-C2. In the simulation-results table, the highest average mass flow rate was 0.00074669 t/h for P40-C1 and the lowest was 0.00020066 t/h for P40-C3. The highest average normal force was recorded for P40-C3 at 0.47956 N. These results indicate that higher particle velocity does not necessarily result in a higher mass flow rate; therefore, screw conveyor performance should be evaluated using multiple parameters.

Keywords: wood powder, screw conveyor, Discrete Element Method, pitch, clearance.

Article History

Received: Oktober 2026

Reviewed: Oktober 2026

Published: Oktober 2026

Plagiarism Checker

No 237.u873247.fh8374

Copyright : Author

Publish by : Kohesi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



1. PENDAHULUAN

Biomassa merupakan salah satu sumber bahan bakar alternatif yang dapat dimanfaatkan dalam bentuk briket. Pemanfaatan biomassa juga berpotensi meningkatkan nilai guna limbah organik dan mendukung penyediaan energi alternatif (Marreiro et al., 2021; Ngene et al., 2024). Dalam proses produksi briket, material perlu dipindahkan secara teratur dari bagian pemasukan menuju bagian proses berikutnya. Screw conveyor banyak digunakan untuk memindahkan material curah karena konstruksinya relatif sederhana dan dapat bekerja secara kontinu.

Kinerja screw conveyor dipengaruhi oleh karakteristik material, kondisi operasi, dan geometri sistem. Parameter geometri seperti pitch dan clearance dapat memengaruhi perpindahan aksial, interaksi partikel dengan flight dan casing, serta jumlah material yang mencapai outlet. Studi menggunakan Discrete Element Method (DEM) telah diterapkan untuk mempelajari perilaku granular dan memprediksi kinerja screw conveyor (Owen & Cleary, 2009; Orefice & Khinast, 2017; Wang et al., 2019). Penelitian terkait juga menunjukkan bahwa perubahan clearance dapat memengaruhi performa screw conveyor (Bolat et al., 2024).

DEM memodelkan material sebagai partikel diskrit dan menghitung gerak partikel berdasarkan gaya yang timbul dari kontak antarpartikel serta kontak dengan geometri pembatas. Metode ini memungkinkan pola pergerakan dan distribusi kecepatan partikel dianalisis, termasuk kondisi aliran yang tidak seragam (Guo & Curtis, 2015). Untuk pemodelan yang andal, parameter material dan kontak perlu ditentukan secara tepat, karena parameter tersebut memengaruhi respons dinamis material granular (Coetzee, 2017).

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini menganalisis aliran serbuk kayu pada screw conveyor mesin briket menggunakan Ansys Rocky berbasis DEM. Fokus penelitian adalah mengevaluasi pengaruh variasi pitch 40, 50, dan 60 mm serta clearance 1, 2, dan 3 mm terhadap pola pergerakan partikel, average velocity, maximum velocity, average mass flow, dan average normal force. Hasil penelitian diharapkan menjadi dasar evaluasi geometri screw conveyor untuk pengangkutan serbuk kayu.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode dan pemodelan geometri

Penelitian dilakukan melalui simulasi numerik menggunakan Discrete Element Method (DEM). Geometri tiga dimensi screw conveyor dibuat menggunakan SolidWorks, kemudian diimpor ke Ansys Rocky untuk proses simulasi dan post-processing. Model terdiri atas screw, poros, casing/housing, serta area inlet dan outlet. Screw conveyor dimodelkan dalam posisi horizontal.

Dimensi utama model meliputi diameter luar screw 78 mm, diameter poros 30 mm, dan panjang screw 500 mm. Kecepatan putar screw dijaga konstan sebesar 60 rpm. Material granular yang digunakan adalah serbuk kayu dengan ukuran partikel 2 mm dan densitas partikel 250 kg/m^3 . Pada model disebutkan bulk solid fraction sebesar 0,6 sehingga bulk density yang digunakan adalah 150 kg/m^3 .

2.2 Variasi dan parameter simulasi

Variabel bebas berupa pitch screw dan clearance antara ujung flight screw dengan casing. Pitch ditetapkan pada tiga tingkat, yaitu 40, 50, dan 60 mm. Clearance ditetapkan pada 1, 2, dan 3 mm. Kombinasi kedua variabel menghasilkan sembilan konfigurasi simulasi. Parameter yang dijaga tetap meliputi diameter screw, panjang conveyor, kecepatan putar, jenis dan ukuran partikel, serta kondisi material yang digunakan pada simulasi.

Parameter	Nilai
Diameter luar screw	78 mm
Diameter poros	30 mm
Panjang screw conveyor	500 mm
Kecepatan putar	60 rpm



Material granular	Serbuk kayu
Ukuran partikel	2 mm
Densitas partikel	250 kg/m ³
Bulk solid fraction	0,6
Pitch screw	40; 50; 60 mm
Clearance screw-casing	1; 2; 3 mm

2.3 Pengambilan dan analisis data

Hasil simulasi diamati melalui visualisasi pergerakan partikel dan distribusi kecepatan. Data kuantitatif yang dianalisis meliputi average velocity, maximum velocity, average mass flow, dan average normal force. Untuk menjaga konsistensi, nilai kuantitatif dibandingkan pada interval waktu 12-15 s. Mass flow diambil dari area pengukuran outlet, sedangkan average normal force digunakan untuk menggambarkan gaya kontak normal yang dilaporkan oleh hasil post-processing.

Kapasitas teoritis screw conveyor juga dibandingkan dengan hasil simulasi sebagaimana tercantum pada dokumen penelitian. Perbandingan ini merupakan pembandingan dengan perhitungan teoritis, bukan validasi eksperimental, karena penelitian ini tidak menggunakan data pengujian fisik sebagai pembandingan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pola pergerakan material

Visualisasi simulasi menunjukkan bahwa serbuk kayu masuk melalui inlet dan bergerak di dalam ruang screw conveyor akibat putaran screw. Pergerakan material terjadi bersamaan dengan interaksi antarpartikel dan interaksi partikel dengan permukaan flight serta casing. Distribusi partikel berubah menurut waktu dan kombinasi geometri. Karena ruang antar-flight dan jarak antara flight dengan casing berubah pada setiap konfigurasi, pitch dan clearance dapat memengaruhi pola penyebaran serta perpindahan material menuju outlet.

Perbandingan visualisasi dilakukan pada waktu pengamatan yang sama, yaitu 15 s, sedangkan nilai kuantitatif dianalisis pada interval 12-15 s. Pendekatan ini memungkinkan kecenderungan pola aliran dan data kuantitatif dibandingkan antarkonfigurasi secara konsisten.

3.2 Kecepatan partikel

Tabel 2 menyajikan average velocity dan maximum velocity untuk sembilan variasi geometri. Average velocity tertinggi adalah 0,06745 m/s pada P40-C3, sedangkan nilai terendah adalah 0,03682 m/s pada P40-C2. Pada pitch 50 mm, average velocity tertinggi terjadi pada P50-C2 sebesar 0,05219 m/s. Pada pitch 60 mm, nilai average velocity meningkat dari 0,03966 m/s pada P60-C1 menjadi 0,06165 m/s pada P60-C3.

Variasi	Pitch (mm)	Clearance (mm)	Average velocity (m/s)	Maximum velocity (m/s)
P40-C1	40	1	0,03750	0,73155
P40-C2	40	2	0,03682	0,91698
P40-C3	40	3	0,06745	30,2667
P50-C1	50	1	0,03981	0,73081
P50-C2	50	2	0,05219	13,8399
P50-C3	50	3	0,03991	0,79545
P60-C1	60	1	0,03966	0,79545
P60-C2	60	2	0,04148	0,62553
P60-C3	60	3	0,06165	12,1511

Maximum velocity memperlihatkan variasi yang lebih besar daripada average velocity. Nilai maksimum tertinggi tercatat pada P40-C3 sebesar 30,2667 m/s, disusul P50-C2 sebesar 13,8399 m/s dan P60-C3 sebesar 12,1511 m/s. Karena maximum velocity merepresentasikan nilai puncak, nilai tersebut tidak menggambarkan kecepatan rata-rata seluruh material. Nilai puncak yang jauh lebih tinggi daripada variasi lain perlu dibaca sebagai hasil maksimum yang tercatat pada simulasi, dan sebaiknya ditinjau bersama visualisasi serta pengaturan output saat evaluasi teknis.

3.3 Laju aliran massa

Laju aliran massa digunakan untuk menilai jumlah material yang melewati area outlet per satuan waktu. Berdasarkan tabel hasil simulasi, nilai average mass flow tertinggi adalah 0,00074669 t/jam pada P40-C1, sedangkan nilai terendah adalah 0,00020066 t/jam pada P40-C3. Pada pitch 40 mm, nilai mass flow menurun ketika clearance meningkat dari 1 menjadi 3 mm. Pola yang sama tidak muncul secara seragam pada pitch 50 dan 60 mm, sehingga pengaruh clearance perlu dilihat bersama dengan pitch.

Variasi	Pitch (mm)	Clearance (mm)	Average mass flow (t/jam)
P40-C1	40	1	0,00074669
P40-C2	40	2	0,00071263
P40-C3	40	3	0,00020066
P50-C1	50	1	0,00071263
P50-C2	50	2	0,00043901
P50-C3	50	3	0,00069439
P60-C1	60	1	0,00069439
P60-C2	60	2	0,00068477
P60-C3	60	3	0,00041469

Hasil tersebut menunjukkan bahwa average velocity yang tinggi tidak selalu disertai average mass flow yang tinggi. Contohnya, P40-C3 menghasilkan average velocity tertinggi, tetapi mass flow terendah dalam tabel ini. Dengan demikian, kecepatan partikel saja tidak cukup untuk menilai kemampuan transportasi; laju aliran massa dan pola pergerakan partikel perlu dianalisis secara bersamaan.

3.4 Gaya kontak normal

Average normal force digunakan untuk menggambarkan besarnya gaya kontak normal yang tercatat selama interval pengamatan. Pada clearance 1 dan 2 mm, nilai yang dilaporkan berada pada orde 10^{-5} N. Sebaliknya, pada clearance 3 mm, nilai yang dilaporkan meningkat hingga orde 10^{-1} N. Nilai tertinggi terdapat pada P40-C3 sebesar 0,47956 N.

Variasi	Pitch (mm)	Clearance (mm)	Average normal force (N)
P40-C1	40	1	$2,20547 \times 10^{-5}$
P40-C2	40	2	$2,36923 \times 10^{-5}$
P40-C3	40	3	0,47956
P50-C1	50	1	$2,35804 \times 10^{-5}$
P50-C2	50	2	$2,79405 \times 10^{-5}$
P50-C3	50	3	0,33957
P60-C1	60	1	$2,33428 \times 10^{-5}$
P60-C2	60	2	$2,38736 \times 10^{-5}$
P60-C3	60	3	0,44710



Perbedaan besar antara hasil pada clearance 1-2 mm dan clearance 3 mm mengindikasikan perbedaan respons kontak yang dilaporkan oleh simulasi. Interpretasi fisik terhadap lonjakan tersebut perlu mempertimbangkan definisi output average normal force, jenis kontak yang dihitung, serta skala dan metode agregasi data pada post-processing. Karena itu, hasil gaya kontak digunakan di sini sebagai nilai keluaran simulasi dan tidak ditafsirkan sebagai bukti langsung bahwa clearance 3 mm selalu menghasilkan gaya mekanis yang lebih besar dalam kondisi aktual.

3.5 Perbandingan dengan kapasitas teoritis

Dokumen penelitian juga memuat tabel perbandingan antara average mass flow DEM dan kapasitas teoritis. Pada tabel tersebut, kapasitas teoritis tercatat sebesar 0,17203 t/jam untuk pitch 40 mm, 0,21504 t/jam untuk pitch 50 mm, dan 0,25805 t/jam untuk pitch 60 mm. Kapasitas teoritis meningkat seiring dengan bertambahnya pitch, sesuai dengan bertambahnya volume teoritis yang dapat dipindahkan dalam satu putaran.

Variasi	Average mass flow DEM (t/jam) pada tabel perbandingan	Kapasitas teoritis (t/jam)
P40-C1	0,000747	0,17203
P40-C2	0,000713	0,17203
P40-C3	0,000201	0,17203
P50-C1	0,000681	0,21504
P50-C2	0,000729	0,21504
P50-C3	0,000368	0,21504
P60-C1	0,000694	0,25805
P60-C2	0,000715	0,25805
P60-C3	0,000449	0,25805

Nilai average mass flow DEM pada tabel perbandingan lebih rendah daripada kapasitas teoritis untuk semua variasi. Perbedaan ini dapat berkaitan dengan asumsi kondisi ideal dalam perhitungan teoritis, sedangkan simulasi DEM menghitung gerak dan interaksi partikel selama transportasi. Perbandingan ini harus dipahami sebagai perbandingan terhadap kapasitas teoritis, bukan validasi eksperimen.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan simulasi DEM terhadap sembilan kombinasi pitch dan clearance, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Variasi pitch dan clearance menghasilkan perbedaan pola pergerakan dan distribusi kecepatan serbuk kayu di dalam screw conveyor. Pergerakan partikel dipengaruhi oleh putaran screw dan interaksi partikel dengan flight, casing, serta partikel lainnya.
2. Average velocity tertinggi tercatat pada P40-C3 sebesar 0,06745 m/s, sedangkan nilai terendah pada P40-C2 sebesar 0,03682 m/s. Maximum velocity tertinggi yang tercatat adalah 30,2667 m/s pada P40-C3.
3. Berdasarkan tabel hasil simulasi, average mass flow tertinggi adalah 0,00074669 t/jam pada P40-C1 dan terendah adalah 0,00020066 t/jam pada P40-C3. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan rata-rata partikel tidak selalu menghasilkan laju aliran massa yang lebih tinggi.
4. Average normal force tertinggi yang tercatat adalah 0,47956 N pada P40-C3. Perbedaan nilai gaya kontak antar-clearance perlu ditafsirkan dengan memperhatikan definisi output dan pengaturan post-processing.
5. Kapasitas teoritis meningkat dari 0,17203 t/jam pada pitch 40 mm menjadi 0,25805 t/jam pada pitch 60 mm. Nilai mass flow DEM yang tercantum dalam tabel perbandingan lebih



rendah daripada kapasitas teoritis. Validasi lanjutan menggunakan pengujian eksperimen diperlukan untuk menilai kesesuaian model dengan kondisi aktual.

DAFTAR PUSTAKA

- Bolat, B., Aşcıoğlu Temiztaş, B., & Sezer, E. (2024). Investigation of the effects of radial clearance on the screw conveyor performances for different inclinations. *Particuology*, 92, 72-80. <https://doi.org/10.1016/j.partic.2024.04.015>
- Coetzee, C. J. (2017). Review: Calibration of the discrete element method. *Powder Technology*, 310, 104-142. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2017.01.015>
- Guo, Y., & Curtis, J. S. (2015). Discrete Element Method Simulations for Complex Granular Flows. *Annual Review of Fluid Mechanics*, 47(1), 21-46. <https://doi.org/10.1146/annurev-fluid-010814-014644>
- Marreiro, H. M. P., Peruchi, R. S., Lopes, R. M. B. P., Andersen, S. L. F., Eliziário, S. A., & Junior, P. R. (2021). Empirical studies on biomass briquette production: A literature review. *Energies*, 14(24). <https://doi.org/10.3390/en14248320>
- Ngene, G. I., Bouesso, B., González Martínez, M., & Nzihou, A. (2024). A review on biochar briquetting: Common practices and recommendations to enhance mechanical properties and environmental performances. *Journal of Cleaner Production*, 469, 143193. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143193>
- Orefice, L., & Khinast, J. G. (2017). DEM study of granular transport in partially filled horizontal screw conveyors. *Powder Technology*, 305, 347-356. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2016.09.067>
- Owen, P. J., & Cleary, P. W. (2009). Prediction of screw conveyor performance using the Discrete Element Method (DEM). *Powder Technology*, 193(3), 274-288. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2009.03.012>
- Wang, S., Li, H., Tian, R., Wang, R., Wang, X., Sun, Q., & Fan, J. (2019). Numerical simulation of particle flow behavior in a screw conveyor using the discrete element method. *Particuology*, 43, 137-148. <https://doi.org/10.1016/j.partic.2018.01.016>
- 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). <https://doi.org/10.1177/0036850420951056>