



Penghitungan dan Gambar Ulang 3D Mesin *Single Roll Crusher* pada Proses Pembuatan Pupuk Organik di PT. Great Giant Foods

Calculations and 3D Redrawing of Single Roll Crusher Machine in the Organic Fertilizer-Making Process at PT. Great Giant Foods

Zulhendri Hasymi^{1✉}, Osvaldo Ostrava Dwiguna², Jamiatul Akmal³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Jl. Prof. Dr Ir. Sumantri Brojonegoro No. 1, Gedong Meneng, Rajabasa, Bandar Lampung, Lampung 35145

✉Corresponding Address: zulhendri.h@eng.unila.ac.id

Article Info

Article history:

Received: Jan 26th, 2024

Accepted: Mar 30th, 2024

Published: Mar 31st, 2024

Keywords:

Pupuk Organik; Bromelain;
Mesin *Single roll crusher*;
Komponen-komponen
Crusher; Kapasitas Efektif

Abstrak

Penghancuran bahan baku merupakan tahapan penting dalam proses pembuatan pupuk organik. Salah satu mesin penghancur yang digunakan pada tahap ini adalah mesin *single roll crusher*. Mesin penghancur ini mengubah partikel berukuran besar menjadi partikel berukuran sedang sesuai dengan kebutuhan proses selanjutnya. Pada artikel ini akan dijelaskan komponen-komponen apa saja yang ada pada mesin *single roll crusher*. Uraian penjelasan dilengkapi dengan beberapa penghitungan, seperti; penghitungan kapasitas efektif, putaran puli penggerak, kecepatan ruang penghancur, daya masing-masing motor, daya dari momen motor pertama dan kedua, serta kecepatan sabuk dari mesin *single roll crusher*. Pada artikel ini juga ditampilkan gambar ulang 3D dari mesin *single roll crusher* di PT. Great Giant Foods. Metode penghitungan yang digunakan meliputi; observasi awal, wawancara, studi pustaka, serta pengumpulan data. Untuk hasil penghitungan diperoleh nilai kapasitas efektif sebesar 0,833 kg/s atau 3 ton per jam, putaran puli penggerak sebesar 1917 rpm, kecepatan ruang penghancur sebesar 58,18 m/s, daya masing-masing motor sebesar 28,6 kW, momen motor pertama 18,885 N.m, motor kedua 14,531 N.m, dan kecepatan sabuk 20,06 m/s.

Abstract

Crushing raw materials is an essential stage in making organic fertilizer. One of the crushing machines used at this stage is a single roll crusher machine. This crushing machine converts large-sized particles into medium-sized particles according to the needs of the following process. This article will explain what components are in a single roll crusher machine. The explanation includes several calculations, such as calculating effective capacity, drive pulley rotation, crushing chamber speed, power of each motor, power from the moment of the first and second motors, and belt speed of the single roll crusher machine. This article also shows a 3D redrawing of the single roll crusher machine at PT. Great Giant Foods. The calculation methods include initial observations, interviews, literature studies, and data collection. The calculation results show that the effective capacity value is 0.833 kg/s or 3 tons per hour, the driving pulley rotation is 1917 rpm, the crushing chamber speed is 58.18 m/s, the power of each motor is 28.6 kW, the moment of the first motor 18,885 N.m, second motor 14,531 N.m, and belt speed 20.06 m/s.

PENDAHULUAN

Dewasa ini perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sudah semakin maju di dunia industri, termasuk industri pertanian dan agrikultur. PT. Great Giant Foods (GGF) merupakan perusahaan yang bergerak dalam industri nanas dengan nama sebelumnya PT. Great Giant Pineapple. Pada awalnya PT. GGF ini merupakan perusahaan yang bergerak dalam industri singkong, namun dalam perkembangannya PT. GGF perlahan mulai mengembangkan industri nanas[1]. *Compost Plant* merupakan salah satu departemen bidang pengolahan limbah nanas dan kotoran sapi di PT. GGF yang dapat dijadikan bahan untuk pembuatan pupuk organik. Pupuk memiliki peran yang sangat krusial dalam meningkatkan produktivitas tanaman dan hasil panen.

Pupuk organik adalah jenis pupuk yang berasal dari bahan-bahan organik alami yang terurai secara alami. Pupuk ini dihasilkan dari sisa-sisa tanaman, limbah pertanian, limbah dapur, limbah ternak, dan bahan-bahan alami lainnya yang telah mengalami proses dekomposisi oleh mikroorganisme[2].

Kompos

Kompos merupakan pupuk organik yang berasal dari sisa tanaman dan kotoran hewan yang telah mengalami proses dekomposisi atau pelapukan. Bahan untuk pembuatan pupuk kompos pada umumnya menggunakan kotoran sapi. Keunggulan dari pupuk kompos ini adalah ramah lingkungan, dapat menambah pendapatan peternak dan dapat meningkatkan kesuburan tanah dengan memperbaiki kerusakan fisik tanah akibat pemakaian pupuk anorganik secara berlebihan[3].



Gambar 1. Tumpukan Kompos Hasil Panen

Tumpukan kompos hasil panen dapat dilihat pada Gambar 1. Pupuk organik merupakan pupuk dengan bahan dasar yang diambil dari alam dengan jumlah dan jenis unsur hara yang terkandung secara alami. Saat ini ada beberapa jenis pupuk organik sebagai pupuk alam berdasarkan bahan dasarnya, yaitu pupuk kandang, kompos, humus, pupuk hijau, dan pupuk mikroba. Sedangkan ditinjau dari bentuknya ada pupuk organik cair yang dibuat dari bahan organik cair dan ada pupuk organik padat. Pupuk organik dapat dibuat dari limbah, contohnya limbah peternakan sapi perah baik berupa kotoran (feses) maupun air seninya (urine)[4].

Pembuangan terbuka (*open dumping*) kompos dapat dilihat pada Gambar 2. di bawah ini. *Open dumping* kompos ini merupakan tempat awal dari kotoran sapi yang ditransfer dari kandang sapi. Pupuk organik sedang banyak diminati oleh masyarakat yang ada di Indonesia. Itu disebabkan pengetahuan masyarakat tentang kesehatan sudah berkembang.



Gambar 2. *Open Dumping* Kompos

Pemakaian bahan kimia sudah mulai ditinggalkan oleh petani dalam penggunaannya dan sekarang petani mulai beralih dengan penggunaan pupuk dan pestisida alami. Keunggulan pupuk dan pestisida alami adalah lebih sehat dan menyuburkan tanaman dengan produktifitas lebih baik[5].



Gambar 3. Subtank Kompos

Subtank yaitu tempat penampungan kotoran basah dan kering yang sudah difilter, seperti diperlihatkan pada Gambar 3. Pupuk organik memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan kandungan bahan organik. Ini dapat meningkatkan retensi air dan nutrisi tanah, serta mengurangi erosi dan degradasi tanah.

Bromelain

Bromelain adalah enzim proteolitik atau protease yang hanya ditemukan pada tanaman nanas. Enzim ini mampu menghidrolisis protein menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga lebih mudah untuk diserap. Protein, sebagaimana makro nutrisi yang perlu dihidrolisis terlebih dahulu agar dapat dimanfaatkan dengan lebih optimal. Hidrolisis protein dilakukan oleh enzim endogenus dan dibantu oleh enzim eksogenus. Enzim bromelin dapat berperan sebagai enzim eksogenus[6].



Gambar 4. Bromelain

Bromelain yang sudah dijemur diperlihatkan pada Gambar 4. di atas. Produksi nanas di Lampung cukup besar, sehingga menghasilkan sampah dari hasil produksi nanas yang cukup besar juga. Sampah hasil produksi nanas ini bisa disebut dengan sampah bromelain, sampah bromelain sulit terdegradasi secara alami. Pemberian kompos mampu memperbaiki unsur hara di dalam tanah yang mengakibatkan kesuburan pada tanah dan meningkatkan pertumbuhan tanaman[7].

Tujuan utama dari penggunaan pupuk organik adalah untuk meningkatkan kesuburan tanah dan memberikan nutrisi yang diperlukan oleh tanaman secara alami. Pupuk organik yang di produksi berasal dari limbah nanas yaitu batang nanas dan kotoran sapi. Pembuatan pupuk di *Compost Plant* menggunakan mesin *single roll crusher*, di mana tim teknisi dan operator yang sudah terlatih bertanggung jawab atas pengoperasian dan pemeliharaan mesin ini.

Mesin *single roll crusher* digunakan untuk menghancurkan material pupuk berukuran besar menjadi sedang sesuai dengan kebutuhan proses selanjutnya[8]. Mesin ini memiliki peran penting pada saat proses pengolahan pupuk. Mesin *single roll crusher* ini digunakan pada area *pellet*.

Mesin Crusher

Mesin *crusher* atau mesin cacah adalah perangkat mekanis yang digunakan untuk mengurangi ukuran suatu bahan atau material menjadi potongan yang lebih kecil. Proses ini umumnya dilakukan dengan menerapkan gaya mekanis pada material untuk

memecahnya menjadi ukuran yang lebih sesuai dengan tujuan penggunaannya.

Penghitungan Mesin Crusher

Menghitung Kapasitas Efektif

Kapasitas efektif dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\frac{\text{Jumlah bahan yang digiling (kg)}}{\text{Lamanya waktu pembutiran (s)}} = \text{kg/s} \dots\dots\dots(1)$$

Di mana kapasitas efektif (kg/s), jumlah bahan yang digiling (kg), dan lamanya waktu pembutiran (s). Satuan kapasitas ini biasanya dinyatakan juga dalam ton/jam.

Menghitung Putaran Pulley

Putaran *pulley* yang digerakkan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\frac{n_1}{d} = \frac{n_2}{D} \rightarrow n_2 = \frac{n_1 \cdot d}{D} \dots\dots\dots(2)$$

Di mana:

- n_1 = putaran *pulley* penggerak (*rpm*)
- n_2 = putaran *pulley* yang digerakkan (*rpm*)
- D = diameter *pulley* penggerak (m)
- d = diameter *pulley* yang digerakkan (m)

Menghitung Kecepatan pada Ruang Crusher

Kecepatan pada ruang *crusher* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$v \cdot 60 = d_3 \cdot \pi \cdot n_2 \dots\dots\dots(3)$$

Di mana:

- v = Kecepatan pada ruang *crusher* (m/s)
- d_3 = Diameter pada ruang *crusher* (m)

Menghitung Daya

Daya yang terjadi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$P_d = f_c \times P \dots\dots\dots(4)$$

Di mana:

- P_d = Daya yang terjadi (*kW*)
- f_c = *Feed Chute*
- P = Daya mesin (*kW*)

Menghitung Momen

Momen yang terjadi pada mesin dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$T_1 = 9,74 \times 10^5 \times (P_d/n_1) \dots\dots\dots(5)$$

$$T_2 = 9,74 \times 10^5 \times (P_d/n_2) \dots\dots\dots(6)$$

Di mana:

- T_1 = Momen motor pertama (N.m)
- T_2 = Momen motor kedua (N.m)
- P_d = Daya yang terjadi (*kW*)
- n_1 = Putaran *pulley* penggerak (*rpm*)
- n_2 = Putaran *pulley* yang digerakkan (*rpm*)

Menghitung Kecepatan Sabuk

Kecepatan sabuk dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$v = \frac{D \cdot n_1 \cdot \pi}{60} \dots\dots\dots(7)$$

Di mana:

- v = Kecepatan sabuk (m/s)
- D = diameter *pulley* penggerak (m)
- n_1 = putaran *pulley* penggerak (*rpm*)

Penggunaan mesin *single roll crusher* penting dalam proses pembuatan pupuk karena membantu dalam menghasilkan ukuran partikel yang konsisten dan sesuai dengan standar yang dibutuhkan. Hal ini juga memungkinkan penghematan tenaga kerja dan waktu dalam memproses material pupuk menjadi ukuran yang diinginkan. Dengan mesin ini, PT. GGF dapat mengoptimalkan proses pembuatan pupuk dengan hasil yang konsisten, meningkatkan efisiensi, dan standar kualitas yang diharapkan dapat dicapai.

Berdasarkan uraian dan teori dasar di atas, dalam artikel ini akan dijelaskan komponen-komponen apa saja yang ada pada mesin *single roll crusher*. Penjelasan dilengkapi dengan beberapa penghitungan mesin *crusher*, seperti; penghitungan kapasitas efektif, putaran puli penggerak, kecepatan ruang penghancur, daya masing-masing motor, daya dari momen motor pertama dan kedua, serta kecepatan sabuk dari mesin *single roll crusher*. Gambar ulang

3D dari mesin single roll crusher di PT. Great Giant Foods juga ditampilkan untuk melengkapi penjelasan.

METODE

Penelitian ini dilakukan di PT. Great Giant Foods Departemen *Compost Plant* area *Pellet* pada tanggal 1 sampai dengan 31 Agustus 2023. Secara umum tahapan penelitian digambarkan dalam diagram alir (*flow chart*) berikut ini.



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

Observasi awal berupa pengenalan pabrik dan alur proses produksi di PT. Great Giant Foods. Wawancara dilakukan untuk mendapatkan beberapa data diantaranya kapasitas mesin *crusher*, diameter ruang mesin dan *pulley*. Beberapa data lain diperoleh dari spesifikasi yang ada seperti daya mesin, tegangan dan kuat arus. Penghitungan menggunakan persamaan yang diperoleh dari literatur terkait dan gambar 3D dibuat menggunakan *software* CAD 3D.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari observasi di lapangan terlihat pada Gambar 6. berikut ini komponen-komponen yang terdapat pada mesin *crusher*, antara lain; 2 motor listrik, ruang *crusher*, 2

buah *pulley* (*pulley* penggerak dan *pulley* yang digerakan), *vanbelt*, *bearing*, saringan *outlet*.



Gambar 6. Komponen mesin *single roll crusher*

Bucket dan *conveyor* sebagai peralatan kelengkapan *crusher* dapat dilihat pada Gambar 7 berikut ini.



Gambar 7. *Bucket* dan *conveyor*

Tabel 1 berikut ini merupakan data yang diambil dari mesin *single roll crusher* yang ada di PT. Great Giant Foods Departemen *Compost plant*.

Tabel 1. Pengambilan Data

No.	Uraian	Nilai
1.	Kapasitas Mesin <i>Crusher</i>	200 kg/4 menit
2.	Diameter Ruang Mesin <i>Crusher</i> (d_3)	0,58 m
3.	Diameter <i>Pulley</i> Penggerak (D)	0,2 m
4.	Diameter <i>Pulley</i> Digerakkan (d)	0,26 m
5.	Daya Mesin (P)	22 kW
6.	Tegangan (V)	380 V
7.	Kuat Arus (I)	41,79 A
8.	Efisiensi (η)	93%
9.	Kecepatan <i>Pulley</i> Penggerak (n_1)	1475 r/min
10.	Feed Chute (f_c)	1,3

Berdasarkan hasil penghitungan *crusher*, bahwa kapasitas Efektif adalah kapasitas yang diharapkan dapat dicapai oleh mesin dengan keterbatasan operasi yang ada saat ini.

Penghitungan dengan data yang sudah diperoleh dijelaskan sebagai berikut.

Menghitung kapasitas efektif

$$\frac{\text{Jumlah bahan yang digiling (kg)}}{\text{Waktu lamanya pembutiran}} = \text{kg/s}$$

$$\frac{200 \text{ kg}}{4 \text{ menit}} = 0,833 \text{ kg/s}$$

Kapasitas dalam ton per jam dinyatakan sebagai berikut.

$$\frac{0,833 \text{ kg}}{1 \text{ second}} \times \frac{1 \text{ ton}}{1000 \text{ kg}} \times \frac{60 \text{ second}}{1 \text{ jam}} = 3 \text{ ton/jam}$$

Menghitung putaran pulley penggerak (n_2)

$$\frac{n_1}{d} = \frac{n_2}{D} \rightarrow n_2 = \frac{n_1 \cdot d}{D}$$

$$\frac{1475}{0,26} = \frac{n_2}{0,2} \rightarrow n_2 = \frac{1475 \cdot 0,26}{0,2} = 1917 \text{ rpm}$$

Menghitung kecepatan ruang crusher (v)

$$v \cdot 60 = d_3 \cdot \pi \cdot n_2$$

$$v \cdot 60 = 0,58 \cdot 3,14 \cdot 1917$$

$$v = \frac{0,58 \cdot 3,14 \cdot 1917}{60} \text{ m/s}$$

$$v = 58,18 \text{ m/s}$$

Menghitung daya yang terjadi (P_d)

$$P_d = f_c \times P$$

$$P_d = 1,3 \times 22$$

$$P_d = 28,6 \text{ kW}$$

Menghitung momen 1 (T_1)

$$T_1 = 9,74 \times 10^5 \times (P_d/n_1)$$

$$T_1 = 9,74 \times 10^5 \times (28,6/1475)$$

$$T_1 = 18,885 \text{ N.m}$$

Menghitung momen 2 (T_2)

$$T_2 = 9,74 \times 10^5 \times (P_d/n_2)$$

$$T_2 = 9,74 \times 10^5 \times (28,6/1917)$$

$$T_2 = 14,531 \text{ N.m}$$

Menghitung kecepatan sabuk

$$v = \frac{D \cdot n_1 \cdot \pi}{60}$$

$$v = \frac{0,26 \cdot 1475 \cdot 3,14}{60} = 20,06 \text{ m/s}$$

Selanjutnya untuk mendap atkan kapasitas efektif dari mesin *crusher* ini, didapatkan dengan menghitung jumlah bahan yang digiling dibagi dengan lamanya waktu saat proses pembutiran, di mana hasilnya ialah sebesar 0,833 kg/s atau setara dengan 3 ton per jam. Selanjutnya untuk mendapatkan nilai putaran *pulley* penggerak (n_2) dilakukannya penghitungan nilai kecepatan *pulley* penggerak (n_1) dikali nilai *pulley* digerakkan (d) lalu dibagi dengan nilai diameter *pulley* penggerak (D) dan didapatkan nilai sebesar 1917 rpm. Selanjutnya untuk mendapatkan nilai kecepatan ruang *crusher* (v) dilakukan penghitungan nilai diameter mesin *crusher* (d_3) dikali π dikali putaran *pulley* penggerak (n_2) lalu hasilnya dibagi dengan 60 sehingga didapat nilai kecepatan ruang *crusher* (v) sebesar 58,18 m/s. Selanjutnya untuk mendapatkan nilai daya yang terjadi (P_d) dilakukan penghitungan *feed chute* (f_c) dikali dengan daya mesin (P) sehingga didapat nilai daya yang terjadi sebesar 28,6 kW.

Selanjutnya didapat nilai momen motor 1 sebesar 18.9 kg/m dan momen motor 2

sebesar 14.53 kg/m , nilai pada momen motor 2 lebih rendah dari momen motor 1 dikarenakan pada saat pembutiran di ruang kedua, bahan yang masuk sudah lebih halus yakni yang keluar dari ruang pembutiran pertama sehingga daya yang dibutuhkan di ruang pembutiran kedua ini menjadi lebih

rendah dibandingkan pada ruang pembutiran pertama pada saat bahan belum tercacah. Terakhir nilai kecepatan sabuk didapat sebesar $20,06 \text{ m/s}$.

Hasil penghitungan di atas dinyatakan dalam bentuk Tabel 2. berikut ini.

Tabel 2. Data Hasil Penghitungan

No.	Nama	Nilai
1.	Kapasitas Efektif	$0,83 \text{ kg/s}$
2.	Putaran <i>Pulley</i> Penggerak (n_2)	1917 rpm
3.	Kecepatan Ruang Crusher (v)	$58,2 \text{ m/s}$
4.	Menghitung Daya Yang Terjadi (P_d)	$28,6 \text{ kW}$
5.	Momen 1 (T_1)	$18,9 \text{ N.m}$
6.	Momen 2 (T_2)	$14,5 \text{ N.m}$
7.	Kecepatan Sabuk (v)	$20,06 \text{ m/s}$

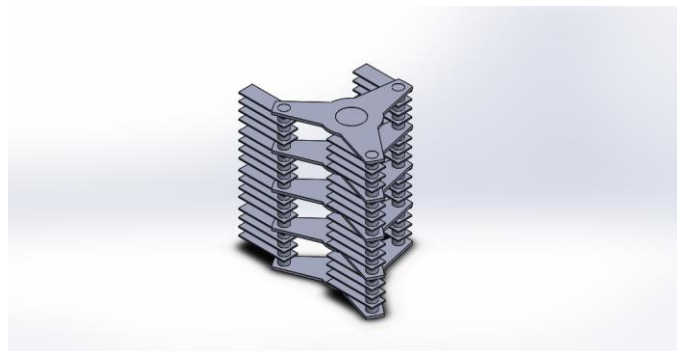
Beberapa gambar 3D dari mesin *crusher* di bawah ini akan memperjelas pemahaman tentang cara kerja mesin *single roll crusher* di PT. Great Giant Food. Proses kerja berawal dari suplai kompos yang sudah disediakan di *bucket* lalu kemudian dialirkan dengan *conveyor* yang menuju tempat masuk ruang *crusher*. Setelah kompos masuk ke dalam mesin dan jatuh ke dalam ruang penghancuran di bawah pisau-pisau yang terpasang pada rotor, pisau-pisau ini memiliki bentuk dan ukuran yang dirancang untuk mencacah agar kompos yang masih berbentuk bongkahan besar menjadi ukuran yang lebih kecil. Rotor mulai berputar dengan kecepatan tinggi, dan pisau-pisau pada rotor menghantam kompos yang masuk.

Untuk pisau pencacah dapat dilihat pada Gambar 8 di bawah ini.

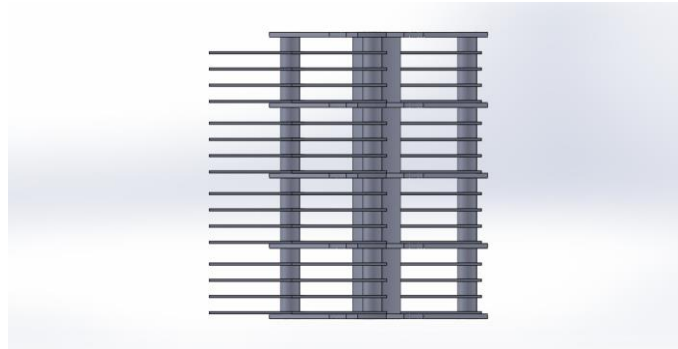


Gambar 8. Pisau Pencacah

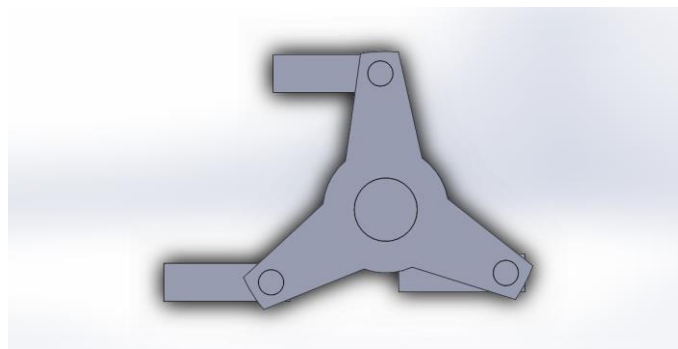
Gambar 9 sampai 11 berikut merupakan desain mata pisau mesin *single roll crusher* yang dibuat sesuai dengan data yang diperoleh di lapangan.



Gambar 9. Gambar 3D Pisau Pencacah

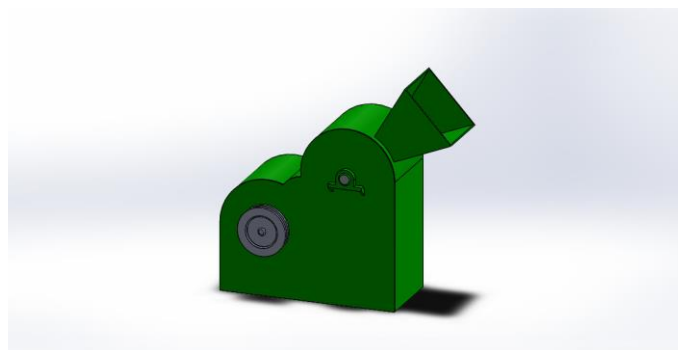


Gambar 10. Gambar Pisau Tampak Samping

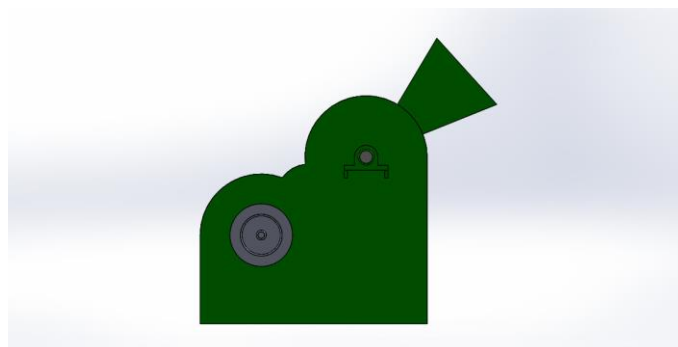


Gambar 11. Gambar Pisau Tampak Atas

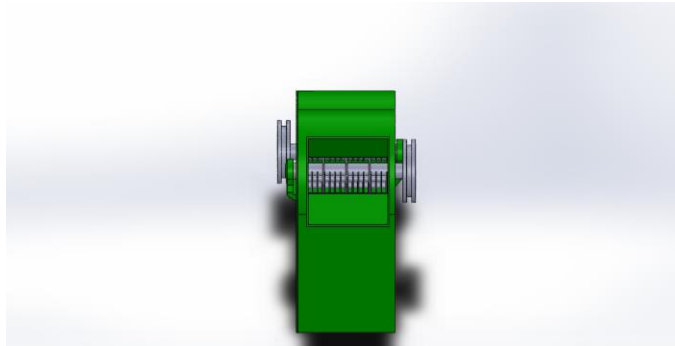
Berikut merupakan desain mesin *single roll crusher* yang dibuat sesuai dengan data yang diperoleh di lapangan.



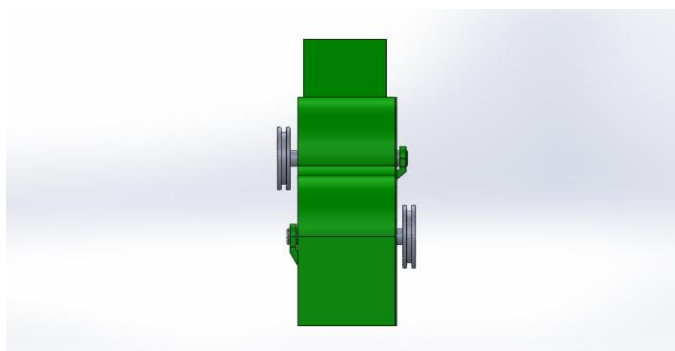
Gambar 12. Gambar 3D Mesin *Single Roll Crusher*



Gambar 13. Gambar *Single Roll Crusher* Tampak Samping



Gambar 14. Gambar Mesin *Single Roll Crusher* Tampak Atas



Gambar 15. Gambar Mesin *Single Roll Crusher* Tampak Depan

SIMPULAN DAN SARAN

Adapun simpulan yang diperoleh dari observasi dan pengamatan cara kerja, penghitungan beberapa komponen, dan gambar ulang 3D mesin *crusher* pada proses pembentukan pupuk organik di department *Compost Plant* diantaranya; mesin *single roll crusher* yang ada di PT. Great Giant Foods department *Compost Plant* ini memiliki beberapa komponen yaitu motor listrik, ruang *crusher*, 2 buah *pulley* (*pulley* penggerak dan *pulley* yang digerakan), *vanbelt*, *bearing*, pisau cacah, saringan dan *outlet*. Kapasitas efektif dari mesin *single roll crusher* didapat 3 ton per jam. Momen yang terjadi pada mesin *single roll crusher* yang ada di PT. Great Giant Foods department *Compost Plant* ini pada motor atas sebesar 18.885 *N.m* dan untuk motor bawah sebesar 14.531 *N.m*.

Adapun saran yang dapat diberikan berupa penghitungan dan gambar ulang 3D yang dilakukan dapat dilanjutkan dengan melakukan simulasi dan analisis sebagai validasi atau pembandingan. Untuk perawatan mesin *crusher* sebaiknya dicek setiap sebulan sekali atau dilakukan *predictive*

maintenance. Saat proses *crusher raw material*, bahan baku yang dimasukkan tidak melebihi batas kapasitas mesin untuk menghindari *overload* yang mengakibatkan mesin macet. Sebaiknya mata pisau pada mesin *crusher* di las secara permanen sehingga pada saat *crusher raw material* akan jauh lebih kuat daya hancurnya. Pada proses pengeringan pupuk yang sudah berbentuk *pellet* sebaiknya menggunakan pengering (*dryer*) sehingga proses pengeringan menjadi lebih efisien.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada pihak terkait di PT. Great Giant Foods atas kesempatan kerja praktek mahasiswa (penulis kedua) dan pengambilan data-data penelitian untuk penulisan artikel jurnal ilmiah ini.

REFERENSI

- [1] Great Giant Foods, "Profil Perusahaan Great Giant Foods," 2023. <https://www.greatgiantfoods.com/wp-content/uploads/2023/11/Profil-Perusahaan.pdf>.

- [2] A. M. Sari, “Pengertian Pupuk Organik, Jenis Dan Manfaatnya,” 2023.
<https://faperta.umsu.ac.id/2023/05/11/pengertian-pupuk-organik-jenis-dan-manfaatnya/>.
- [3] A. Ratriyanto, S. D. Widyawati, W. P.S. Suprayogi, S. Prastowo, and N. Widias, “Pembuatan Pupuk Organik dari Kotoran Ternak untuk Meningkatkan Produksi Pertanian,” *SEMAR (Jurnal Ilmu Pengetahuan, Teknol. dan Seni bagi Masyarakat)*, vol. 8, no. 1, pp. 9–13, 2019, doi: 10.20961/semar.v8i1.40204.
- [4] A. Mangalisu, A. K. Armayanti, B. Syamsuryadi, and A. H. Fattah, “Pemanfaatan Limbah Ternak Sebagai Pupuk Organik Untuk Mengurangi Penggunaan Pupuk Kimia,” *Media Kontak Tani Ternak*, vol. 4, no. 1, pp. 14–20, 2022.
- [5] L. Siswati, R. Nizar, and A. Ariyanto, “Manfaatkan kotoran sapi menjadi kompos untuk tanaman masa pandemi Di Kelurahan Umbansari Kota Pekanbaru,” *Din. J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 5, no. 2, pp. 531–537, 2021.
- [6] S. K. Putri, “Penambahan enzim bromelin untuk meningkatkan pemanfaatan protein pakan dan pertumbuhan benih nila larasati (*Oreochromis niloticus* Var.),” *J. Aquac. Manag. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 63–76, 2012.
- [7] R. Anggraini, “Pengaruh Pemberian Kompos Padat Sampah Bromelain Terinduksi *Trichoderma* Sp. (Biogpp 2, Ligninolitik) Dan *Aspergillus* Sp. (Biogpp 3, Selulolitik) Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus Tricolor* L.),” 2022.
- [8] McLanahan Corporation, “Single Roll Crusher,” 2012. [Online]. Available: https://www.minspec.com.au/pdf/bcr_singleroll.pdf.