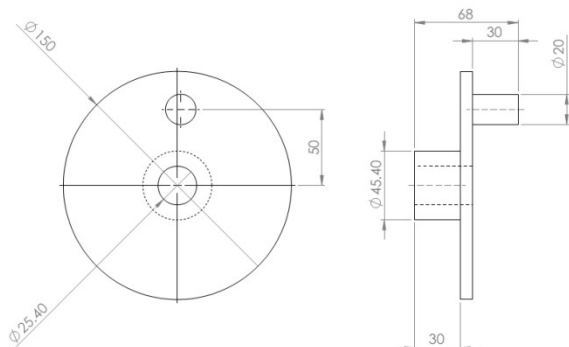
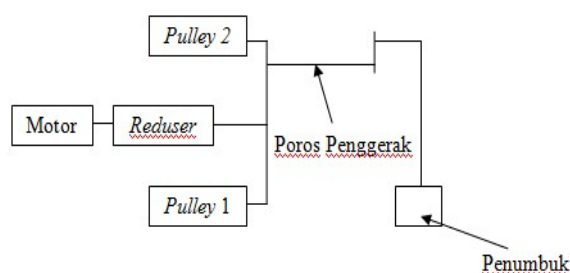


yang dihasilkan poros eksentrik untuk menggerakkan penumbuk turun naik. Adapun dimensi poros eksentrik seperti pada gambar 2 dengan diagram sistem alat seperti pada gambar 3.



Gambar 2 Dimensi Poros Eksentrik (Mahdi, 2018)



Gambar 3 Diagram Sistem Alat Berdasarkan Fungsi (Mahdi, dkk, 2018)

METODE PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini dilakukan dengan mendapatkan data awal berdasarkan penelitian Mahdi, 2018 kemudian data awal dianalisa dengan melakukan perhitungan berdasarkan kinematika. George H. Martin 1985, kinematika yang merupakan analisa mengenai gerak relatif dari bagian-bagian mesin yang ditinjau dari lintasan, kecepatan dan percepatan. Dalam penelitian ini analisa kinematika dilakukan secara perhitungan manual. Naharuddin, 2012, perhitungan kinematika secara manual dapat dilakukan dengan metodetrigonometri (ilmu ukur segitiga) danbilangan kompleks. Perhitungan kecepatan dan percepatan dilakukan pada poros eksentrik (benda kerja nomor 10 pada gambar 1) yang diukur mulai sudut (α) 0° sampai dengan 360° dengan kenaikan sudut 10° sehingga akan mendapatkan kecepatan translasi pada poros penumbuk (benda kerja nomor 14 pada gambar 1).

Adapun dengan langkah-langkah penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Pengumpulan data, merupakan data input putaran yang didapatkan dari motor listrik (benda kerja nomor 5 pada gambar 1) yang putarannya diturunkan menggunakan reducer (benda kerja nomor 2 pada gambar 1). Dari keluaran reducer, putaran di transmisikan oleh elemen transmispulley dan belt (benda kerja nomor 6, 7 dan 8 pada gambar 1). Putaran yang dihasilkan elemen transmisi merupakan putaran inputan poros

eksentrik. Putaran poros eksentrik akan diteruskan oleh batang penghubung dan kemudian akan menggerakkan batang penumbuk (benda kerja nomor 9 pada gambar 1) turun naik.

2. Pengolahan data putaran dengan menghitung kecepatan dan percepatan yang terjadi pada poros eksentrik serta kecepatan dan percepatan yang terjadi pada batang penumbuk menggunakan perhitungan kinematika dengan metoda trigonometri.
3. Data keluaran yang didapatkan dianalisa untuk mendapatkan kecepatan dan percepatan maksimum dan kecepatan dan percepatan minimum yang terjadi pada batang penumbuk yang akan mempengaruhi kecepatan proses penumbukan beras aruk.

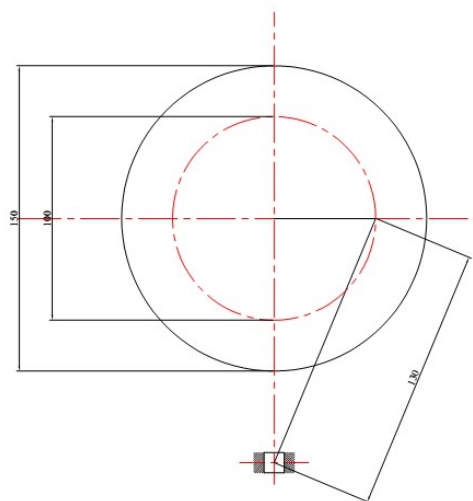
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian Mahdi, dkk(2018), didapatkan data sebagai berikut:

- Motor yang digunakan sebesar 0,5 HP dengan putaran sebesar 1400 Rpm
- Untuk mengurangi putaran dari motor listrik, alat ini menggunakan *reducer* dengan rasio 1:20 dengan putaran yang dihasilkan sebesar 700 Rpm.
- Elemen transmisi yang digunakan adalah *pulley* dan *belt* dengan rasio sebesar 1:1 dan diameter *pulley* penggerak dan digerakkan sebesar 3 inchi. Putaran keluaran dari *pulley* yang digerakkan sebesar (n_2) 700 Rpm yang kemudian diterima oleh poros eksentrik.

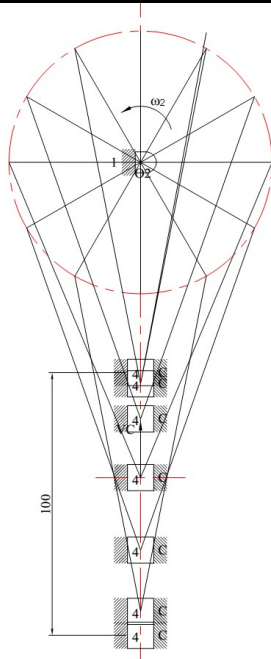
Dari data di atas maka dianalisa dengan menggunakan perhitungan secara trigonometri. Analisa secara manual dilakukan sebagai berikut:

- Sistem penghubung antara poros eksentrik dengan batang penumbuk seperti pada gambar 4.



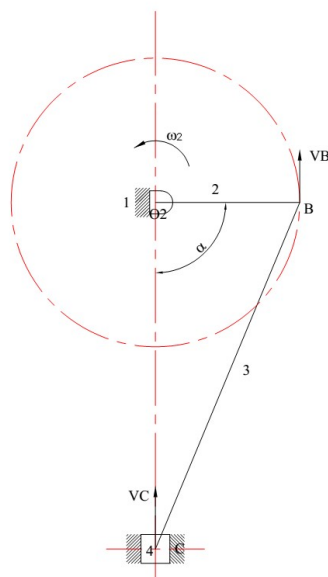
Gambar 4 Sistem penghubung poros eksentrik dengan penumbuk yang dihubungkan dengan batang penghubung

Berbagai posisi batang penumbuk (nomor 4) akibat putaran yang terjadi pada poros eksentrik seperti pada gambar 5.



Gambar 5 Berbagai posisi batang penumbuk akibat putaran pada poros eksentrik

Untuk diagram arah kecepatan poros eksentrik pada sudut 90° seperti pada gambar 6.



Gambar 6 Diagram kecepatan poros eksentrik

- Kecepatan sudut (ω_2) yang terjadi pada poros eksentrik:

$$\omega_2 = 2 \cdot \pi \cdot n_2 \quad (1)$$

$$\omega_2 = 2 \cdot \pi \cdot 700$$

$$\omega_2 = 4398,23 \text{ rad/menit} = 73,30 \text{ rad/s}$$

- Kecepatan yang terjadi pada titik B (V_B):

$$V_B = \omega_2 \cdot O_2B \quad (2)$$

$$V_B = 73,30 \cdot 50$$

$$V_B = 3665,19 \text{ mm/s} = 3,67 \text{ m/s}$$

- Dari data didapatkan bahwa
 - Kecepatan pada titik B sebesar 3,67 m/s yang arahnya tegak lurus dengan batang O_2B dengan panjang (R) = 50 mm = 0,05 m.

- Arah kecepatan V_C merupakan kecepatan translasi yang arahnya sejajar sumbu O_24 .
- Arah kecepatan relatif C terhadap titik B ($V_{C/B}$) tegak lurus terhadap batang 3 dengan panjang (L) = 130 mm = 0,13 m.

Penyelesaian masalah menggunakan metode trigonometri untuk poros eksentrik menggunakan rumus sebagai berikut:

- Perhitungan kecepatan pada batang penumbuk George H. Martin, 1985, kecepatan pada V_C untuk berbagai sudut sebagai berikut:

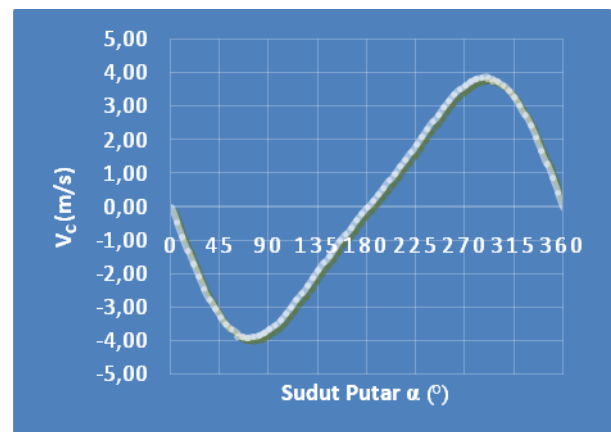
$$V_C = -R \cdot \omega_2 \left(\sin \alpha + \frac{1}{2N} \sin 2\alpha \right) \quad (3)$$

Dimana :

N = perbandingan antara panjang batang 3 (L) dengan panjang batang 2 atau O_2B (R), maka

$$N = \frac{L}{R} = \frac{0,13}{0,05} = 2,56$$

Dari rumus 3, maka didapatkan kecepatan yang terjadi pada titik C (V_C) seperti pada gambar 7.



Gambar 7 Kecepatan translasi penggerak turun naik batang penumbuk

- Sudut yang menyebabkan kecepatan maksimum pada titik C sebagai berikut:

$$\frac{dV_C}{d\alpha} = -R \cdot \omega_2 \left(\cos \alpha + \frac{1}{N} \cos 2\alpha \right) \quad (4)$$

$$\frac{dV_C}{d\alpha} = 0$$

$$\cos \alpha + \frac{1}{N} \cos 2\alpha = 0$$

$$\cos \alpha = -\frac{1}{N} \cos 2\alpha$$

$$\cos \alpha = -\frac{1}{N} (2 \cos^2 \alpha - 1)$$

$$2 \cos^2 \alpha + N \cos \alpha - 1 = 0$$

$$\cos \alpha = \frac{-N \pm \sqrt{N^2 - 4 \cdot 2 \cdot 1}}{2 \cdot 2}$$

$$\cos \alpha = 0,31$$

$$\alpha = 71,91^\circ \text{ dan } \alpha = 288,09^\circ$$

- Kecepatan maksimum pada titik C berdasarkan rumus 4 dengan $\alpha = 71,91^\circ$ sebagai berikut:

$$V_C = -R \cdot \omega_2 \left(\sin \alpha + \frac{1}{2N} \sin 2\alpha \right) \quad (5)$$

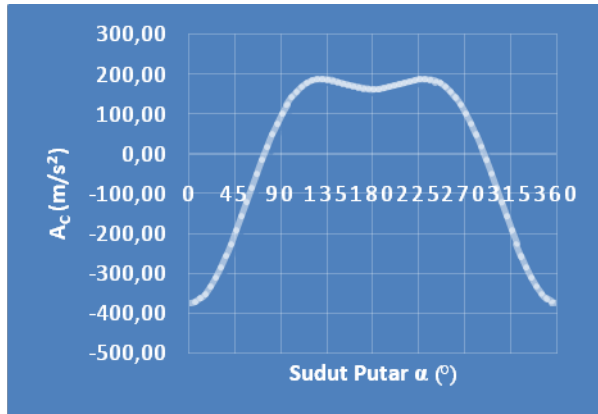
$$V_C = 3,90 \text{ m/s}$$

- Perhitungan percepatan pada batang penumbuk

George H. Martin, 1985, percepatan translasi pada titik C (A_C) dengan kecepatan sudut (ω_2) yang konstan untuk berbagai sudut sebagai berikut:

$$A_C = -R \cdot \omega_2^2 (\cos \alpha + \frac{1}{N} \cos 2 \cdot \alpha) \quad (6)$$

Dari rumus 6, maka didapatkan percepatan yang terjadi pada titik C (A_C) seperti pada gambar 8.



Gambar 8 Percepatan translasi penggerak turun naik batang penumbuk

- Sudut yang menyebabkan percepatan maksimum pada titik C sebagai berikut:

$$\frac{dA_C}{d\alpha} = -R \cdot \omega_2^2 \left(\sin \alpha + \frac{2}{N} \sin 2 \cdot \alpha \right) \quad (7)$$

$$\frac{dA_C}{d\alpha} = 0$$

$$\sin \alpha + \frac{2}{N} \sin 2 \cdot \alpha = 0, \text{ untuk } \alpha=0 \text{ dan}$$

$$\sin \alpha = -\frac{2}{N} \sin 2 \cdot \alpha$$

$$\sin \alpha = -\frac{2}{N} (2 \sin \alpha \cos \alpha)$$

$$-\frac{4}{N} \cos \alpha = 1$$

$$\cos \alpha = -\frac{N}{4}$$

$$\cos \alpha = 0,65$$

$$\alpha = 130,54^\circ$$

- Percepatan maksimum pada titik C berdasarkan rumus 7 dengan $\alpha = 130,54^\circ$ sebagai berikut:

$$A_C = -R \cdot \omega_2^2 (\cos \alpha + \frac{1}{N} \cos 2 \cdot \alpha) \quad (5)$$

$$A_C = 190,65 \text{ m/s}^2$$

- Percepatan maksimum pada titik C berdasarkan rumus 7 dengan $\alpha = 0^\circ$ sebagai berikut:

$$A_C = -R \cdot \omega_2^2 (\cos \alpha + \frac{1}{N} \cos 2 \cdot \alpha) \quad (5)$$

$$A_C = 372,01 \text{ m/s}^2$$

Dari gambar 5 didapatkan bahwa panjang lintasan yang ditempuh oleh batang penumbuk dari posisi terbawah poros eksentrik dengan sudut $\alpha = 0^\circ$ sampai dengan posisi tertinggi poros eksentrik dengan sudut $\alpha = 180^\circ$ sejauh 200 mm setiap putaran. Ini menunjukkan bahwa untuk 1 kali putaran dengan putaran yang terjadi pada poros eksentrik sebesar 700 rpm didapatkan waktu tempuh sebesar 0,09 detik.

Dari hasil perhitungan yang ditampilkan pada gambar 7 dan gambar 8 didapatkan bahwa kecepatan dan percepatan batang penumbuk sangat berfluktuatif di mana pada sudut 0° , kecepatan translasi batang penumbuk sebesar 0 m/s, dengan percepatan maksimum yang terjadi sebesar $372,01 \text{ m/s}^2$. Pada sudut $\alpha > 0^\circ$ sampai dengan sudut α sebesar $71,91^\circ$, kecepatan semakin naik dengan kecepatan maksimum pada sudut α sebesar $71,91^\circ$ sebesar 3,90 m/s. Tetapi sebaliknya, percepatan semakin menurun dengan minimum percepatan sebesar 0 m/s^2 pada sudut α sebesar $71,91^\circ$. Pada sudut $\alpha > 71,91^\circ$, kecepatan semakin menurun dengan kecepatan sebesar 0 m/s pada sudut α sebesar 180° . Tetapi percepatan semakin meningkat dengan percepatan tertinggi pada sudut α sebesar $130,54^\circ$ sebesar $190,65 \text{ m/s}^2$ dan semakin menurun pada sudut α sebesar 180° dengan percepatan sebesar $165,34 \text{ m/s}^2$. Namun pada sudut $\alpha > 180^\circ$ sampai dengan sudut α sebesar $288,09^\circ$, kecepatan meningkat dengan kecepatan tertinggi sebesar 3,90 m/s pada sudut α sebesar $288,09^\circ$ dengan percepatan semakin menurun. Percepatan minimal sebesar 0 m/s^2 terjadi pada sudut α sebesar $288,09^\circ$ dan percepatan maksimal sebesar $190,65 \text{ m/s}^2$ terjadi pada sudut α sebesar $229,46^\circ$.

Begitu pula pada saat batang penumbuk turun, mulai sudut $288,09^\circ$ sampai dengan sudut $\alpha < 360^\circ$, kecepatan batang penumbuk menurun dengan kecepatan minimal sebesar 0 m/s terjadi pada sudut α sebesar 360° atau 0° yang diikuti dengan kenaikan percepatan. Namun dengan semakin naiknya percepatan pada saat menuju sudut α sebesar 360° atau 0° , maka proses penumbukan akan menghasilkan gaya penumbukan yang besar yang diberikan pada alas penumbuk (benda kerja nomor 11 pada gambar 1).

KESIMPULAN

Dari hasil analisa, dapat disimpulkan bahwa:

- Panjang lintasan yang ditempuh oleh batang penumbuk setiap 1 kali putaran sejauh 200 mm dengan waktu tempuh sebesar 0,09 detik.
- Kecepatan maksimum sebesar 3,90 m/s terjadi pada sudut α sebesar $71,91^\circ$ dan sudut α sebesar $288,09^\circ$ dengan menghasilkan percepatan minimum sebesar 0 m/s^2 .
- Percepatan maksimum sebesar $372,01 \text{ m/s}^2$ terjadi pada sudut α sebesar 0° atau 360° .
- Percepatan maksimum terjadi pada saat batang penumbuk bersentuhan dengan adonan beras aruk sehingga akan mengakibatkan gaya tumbukan yang terjadi semakin besar.

REFERENSI

- Lestari T. 2014. Pelestarian Plasma Nutfah Ubi Kayu Lokal Bangka Sebagai Difersifikasi Pangan Lokal. Enviagro, Jurnal Pertanian dan Lingkungan. 7(2) : 1-48.

Martin, George H. 1985. Kinematika dan Dinamika Teknik, Edisi Kedua. Jakarta : Penerbit Erlangga

0,5 HP. Jurnal Turbulen: Jurnal Teknik Mesin, p-ISSN 2621-3354, Vol. 1 No. 1 Juni 2018 hal 13-17

Mahdi. 2018. Rancang Bangun Mesin Penumbuk Sagu Ubi Kayu Untuk Proses Pembuatan Beras Aruk Dengan Motor Listrik 0,5 HP. Pangkalpinang: Universitas Bangka Belitung

Naharuddin. 2012. Penentuan Kecepatan Dan Percepatan Mekanisme Engkol Peluncur Pada Komponen Mesin. Jurnal Mekanikal, Vol. 3 No. 2: Juli 2012: 268-278.

Mahdi, Firly Rosa, Saparin. 2018. Rancang Bangun Mesin Penumbuk Sagu Ubi Kayu Untuk Proses Pembuatan Beras Aruk Dengan Motor Listrik

Badan Pusat Statistik (BPS). 2017. Produksi Padi, Jagung dan Ubi Kayu Indonesia Tahun 2014-2015. <https://www.bps.go.id/site/resultTab>.