

RANCANG BANGUN MESIN PENGGALI LUBANG TANAH BERDIAMETER 45 CM UNTUK PENANAMAN BIBIT SAWIT

Oleh:

Boyke Sahputra Sitorus ¹⁾

Ferdyawati Subagyo ²⁾

T.Hasballah ³⁾

Enzo WB Siahaan ⁴⁾

Universitas Darma Agung ^{1,2,3,4)}

E-mail:

ferdybangjawa@gmail.com ²⁾

ABSTRACT

In order to increase plantation production, factors and infrastructure that support these activities need to be considered. One of them is the planting process, namely the activity of making planting holes. Planting holes that are appropriate to the size of the plant are aimed at ensuring optimum plant growth and increasing crop yields. Based on the development of science and technology, it is necessary to develop a soil punching tool for planting oil palm seeds in the form of a design that is in accordance with field conditions. This design has the aim of modifying new tools and can solve problems in general, farmers plant by hoeing or manually punching holes with tools such as hoes and manual threads. This method of planting is less effective because the elements of planting that are carried out are not fully obtained. Application of planting by making holes in the ground, designing soil drilling tools from several separate elements into a unified whole and functioning. The results of the design of this tool obtained a driving power of 0.81 kW with a rotation of 6000 rpm. Next, the shaft power is 0.441 kW and the rotation is 4000 rpm. The main component in this modification is the transmission rotation which has one rotation and the method of making the screw with a screw shaft length of 100 cm, a thread diameter of 45 cm, and a screw leaf thickness of 5 mm with a shaft material of ST.37. From the results of the design and practice of the ground hole tool, it can produce work easily and modernly.

Keywords: *Oil Palm Seeds, Petrol Motors, Planting, Soil Digger*

ABSTRAK

Dalam rangka peningkatan produksi perkebunan, factor sarana dan prasarana yang mendukung kegiatan tersebut perlu diperhatikan. Salah satunya adalah proses penanaman yaitu kegiatan pembuatan lubang tanam. lubang tanam yang sesuai dengan ukuran tanaman bertujuan agar pertumbuhan tanaman dapat berlangsung secara optimum dan meningkatkan daya hasil tanaman. Berdasarkan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi perlu mengembangkan suatu alat pelubang tanah untuk penanaman bibit sawit berupa perancangan yang sesuai dengan kondisi lapangan. Perancangan ini memiliki tujuan memodifikasi alat baru dan dapat menyelesaikan masalah-masalah pada umumnya petani melakukan penanaman dengan cara dicangkul atau dilubangi secara manual dengan alat seperti cangkul dan ulir manual. Penanaman cara tersebut kurang efektif dikarenakan unsur penanaman yang dilakukan tidak sepenuhnya diperoleh. Aplikasi penanaman dengan cara melubangi tanah, perancangan alat pengebor tanah dari beberapa elemen yang terpisah kedalam satu kesatuan yang utuh dan berfungsi. Hasil rancangan alat ini didapat daya penggerak 0.81 kW dengan putaran 6000 rpm. Selanjtnya daya poros 0.441 kW dan putaran 4000 rpm. Komponen utama pada

modifikasi ini adalah pada putaran transmisi yang memiliki satu putaran dan cara pembuatan screw dengan panjang poros screw 100 cm, diameter ulir 45 cm, dan tebal daun screw 5 mm dengan bahan poros ST.37. Dari hasil rancangan dan praktek alat pelubang tanah dapat menghasilkan pekerjaan dengan mudah dan modern.

Kata Kunci: Bibit Sawit, Motor Bensin, Penanaman, Penggali Lubang Tanah

1. PENDAHULUAN

Mesin penggali tanah adalah alat bantu dalam penggalian tanah menjadi sebuah lubang tanah untuk mendapatkan hasil kedalaman tanah yang diperlukan agar menyelesaikan sebuah pekerjaan di dalam industri semakin mudah dan cepat. Penggalian tanah dimaksudkan untuk pengolahan tanah yang sejak lama dilakukan manusia salah satunya untuk bercocok tanam. Tujuan akhir yang sangat penting adalah untuk memperoleh produksi yang tinggi (Kuipers, 2018).

Salah satu kegiatan dalam pengolahan tanah adalah penggalian lubang tanam. Penggalian lubang tanam dimaksudkan sebagai penggunaan tenaga mekanis yang bertujuan untuk menciptakan kondisi yang optimal untuk pertumbuhan tanaman (Wanders, 2017). Salah satu mesin penggali tanah yaitu bor tanah (Gambar 1).



Gambar 1. Mesin bor tanah menggunakan penggerak motor bensin (Faika, 2006)

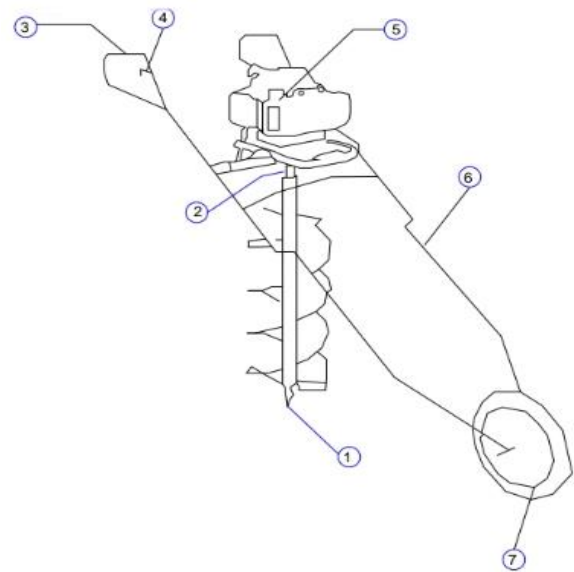
Tujuan utama dari penggalian lubang tanam dapat dibagi menjadi tiga fase yaitu :

1. Menyediakan tempat tumbuh yang sesuai untuk pertumbuhan biji (benih) atau bibit,
2. Membasmi tumbuh - tumbuhan pengganggu, dan
3. Memperbaiki sifat fisik tanah (Siswadhi, 2019).

Selama ini kebanyakan petani Indonesia membuat lubang tanam sepenuhnya dengan tenaga manusia yang menggunakan alat bantu seperti cangkul, tugal, dan sekop. Dalam pengaplikasiannya alat - alat tersebut belum termasuk alat yang mekanis dan efektif. Selain membutuhkan tenaga yang besar, terampil serta waktu yang cukup lama, dibutuhkan juga tenaga kerja yang cukup banyak, dimana pada masa sekarang sulit menemukan tenaga kerja, akibat adanya perkembangan industri yang mendorong terjadinya urbanisasi. Menurut Baturisit (2017) pekerjaan penggalian tanah umumnya digunakan untuk penanaman kabel optik, penanaman saluran pipa gas dan saluran pipa air bersih. Pekerjaan ini masih sering menggunakan alat manual dan memakan waktu yang lama. Pembuatan lubang galian ini umumnya berbentuk persegi panjang yang di

buat horizontal di tanah dengan diameter 45 cm.

Untuk itu pada penelitian rancang bangun mesin penggali lubang tanam ini diusahakan dengan menggunakan penggerak dari traktor roda dua bersilinder satu, sehingga alat tersebut diharapkan dapat digunakan untuk lahan yang sempit serta biaya operasionalnya cukup terjangkau oleh perkebunan rakyat. Selain itu hasil dari rancang bangun alat ini diharapkan dapat menjadi sarana untuk pengetahuan selanjutnya di kalangan mahasiswa teknik mesin.



Gambar 2. Rancangan mesin penggali lubang tanah (Data Pribadi, 2022)

2. METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian dilaksanakan pada bulan September – Oktober 2022 di Laboratorium Perbengkelan Fakultas Teknik Universitas Darma Agung Medan.

Bahan dan Alat

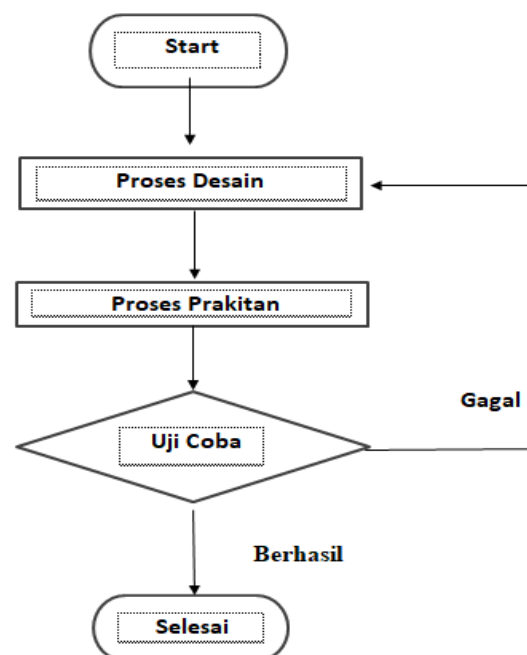
Bahan yang digunakan yaitu bantalan, motor penggerak, poros, roda gigi lurus, dan roda gigi cacing silindris, sedangkan alat yang digunakan adalah elektroda, mesin las listrik, bor tangan, dan gerinda.

Metode

Rancangan mesin penggali lubang tanah disketsa dengan komponen prototype mesin penggali tanah yaitu mata penggali, transmisi dan screw (Gambar 2). Sedangkan alur kerja proses perencanaan mesin penggali lubang tanah dapat dilihat pada Gambar 3.

Keterangan Gambar 2 :

1. Mata Bor V2
2. Kopler V2
3. Hendle
4. Kabel Gas
5. Motor Penggerak
6. Rangka
7. Roda



Gambar 3. Diagram alir perancangan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Diskripsi Mesin Hasil Rancangan

Hasil desain mesin penggali lubang tanah dapat dilihat pada Gambar 4. Mesin penggali lubang tanam yang dirancang dan dikonstruksikan dalam penelitian ini mempunyai beberapa bagian utama yang mendukung operasional kerjanya, antara lain motor penggerak, sistem rangka (fram) , sistem transmisi, gardan (differential), pedal dan mata bor. Dalam pembuatannya ada beberapa bagian yang mengalami perubahan dari rancangan awal seperti perubahan pada sistem transmisi seperti yang dirancang dengan menggunakan sprocket, yang pada akhirnya dirubah menjadi sistem tranmisi dengan pully dan belt.

Penggerak merupakan pusat keseluruhan sistem, maka dari itu harus diperhatikan dengan seksama dan teliti agar suatu alat yang di rancang dapat berjalan sesuai dengan hasil yang di harapkan.

Spesifikasi Motor :

Jenis : Motor Bensin

Model : 1E48F-II 2 stroke

Power : 2.3 kw/ 8800±300 rpm/min

Displacement : 52CC

Idel Speed : 2800±300 rpm/min

Gear Box : 1;15 , 1;30

Poros : Flexible Shaft



Gambar 4. Sketsa rancangan bor tanah

Berikut beberapa fungsi pada gambar diatas :

1. Motor bakar bensin berfungsi sebagai penggerak dan mentransfer putaran dari gear case yang membutuhkan tenaga putar dari motor.
2. Trigger berfungsi sebagai pengatur perputaran mesin yang diteruskan ke mata bor.
3. Gearbox berfungsi mengatur kecepatan yang di teruskan oleh flexible shaft.
4. Anti Vibration berfungsi sebagai mengurangi getaran disaat mesin sedang bekerja.
5. Kopler adalah salah satu alat pelengkap mesin bor tanah yang berfungsi untuk mengikat mata bor.
6. Mata bor berfungsi sebagai media untuk pebuat lubang pada tanah.

1.1 Gearbox

Transmisi dalam alat pengeboran tanah terdiri dari mesin pemotong rumput dengan daya 2,1 kW dan putran 6500 rpm, lalu ditransmisikan menggunakan gearbox dengan perbandingan putaran 1:15, kemudian

diteruskan ke poros output sebagai pemutar mata bor.



Gambar 5. Roda gigi pada gearbox

Pada gambar diatas adalah inovasi cara penyambungan putaran dari mesin ke mata bor dan ditambah kopler untuk mengaitkan mata bor. Transmisi menggunakan gearbox yang memiliki perbandingan putaran yang dikenal dengan reduksi (i) dengan nilai perbandingan 1:15 dengan putaran mesin 6500 rpm.

$$\frac{n_2}{n_1} = i \left(\begin{array}{c} \text{perbandingan antara poros} \\ \text{penggerak dan poros} \\ \text{yang di gerakkan} \end{array} \right)$$

Dimana :

n_1 = Putaran Mesin

n_2 = Putaran Poros Crew

$$i = \frac{1}{15}$$

Maka :

$$\begin{aligned} n_2 &= 3200 \times \frac{1}{15} \\ &= \frac{3200}{15} \\ &= 213,3 \text{ rpm} > = 213 \text{ rpm} \end{aligned}$$

1.2 Diameter Poros

Untuk menentukan dan menyesuaikan diameter poros sebelumnya dirancang sebesar 450 mm.

Dimana :

1. Momen Rencana (T)

T = Momen rencana (kg.mm)

P_d = Daya yang direncanakan (kW)

n_1 = Putaran poros penggerak (rpm)

P = Daya

$$T = 9.74 \cdot 10^5 \frac{P_d}{n_1}$$

$$p_d = f_c \times p$$

$$p_d = 2.0 \cdot 150 = 300$$

$$T = 450 \cdot \frac{300}{2000}$$

$$T = 67,5 \text{ kg.mm}$$

2. Tegangan Geser pada Poros (τ)

τ = tegangan geser yang diizinkan

T = Momen rencana (kg.mm)

d_s = Diameter poros (mm)

$$\tau = \frac{5,1 \cdot T}{d_s^3}$$

$$\tau = \frac{5,1 \times 12,534}{18^3}$$

$$\tau = 10,96 \text{ kg.mm}$$

3. Tegangan geser yang diizinkan (τ_a)

(kg/mm²)

τ_a = tegangan geser yang diizinkan

(kg/mm²)

σ_B = Kekuatan tarik (kg/mm²)

Sf_1 = Faktor keamanan 1

Sf_2 = Faktor keamanan 2

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{Sf_1 \cdot Sf_2}$$

$$\tau_a = \frac{360}{6,3 \times 3,0}$$

$$\tau_a = 20 \text{ kg} \frac{\text{mm}}{\text{mm}^2}$$

4. Diameter Poros (d_s)

Untuk melakukan perhitungan diameter poros dapat menggunakan persamaan

sebagai berikut :

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} K_t \times C_b \times T \right]^{\frac{1}{3}}$$

d_s = diameter poros (mm)

K_t = Faktor koreksi puntiran

C_b = Faktor koreksi aman

τ_a = Tegangan geser yang diizinkan
(kg/mm²)

T = Momen Rencana (kg.mm)

Maka dari persamaan diatas didapat besarnya poros yang digunakan sebagai berikut:

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} K_t \times C_b \times T \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d_s = \left[\frac{5,1}{20} 1,5 \times 1,0 \times 12,534 \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d_s = 16,86 \text{ mm} > 18 \text{ mm}$$

5. Kecepatan Linier Poros (V)

Setelah mengetahui diameter poros, langkah selanjutnya dengan menghitung kecepatan linier poros dengan persamaan berikut ini :

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60}$$

Dimana :

V = Kecepatan linier poros (m/s)

d = Diameter (mm)

n = Putaran poros penggerak

Maka kecepatan linier poros sebagai berikut :

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60}$$

$$V = \frac{3,14 \times 0,018 \times 3200}{60}$$

$$V = \frac{180,864}{60}$$

$$V = 3 \frac{m}{s}$$

7. Kecepatan sudut poros (W)

$$W = \frac{V}{r}$$

$$W = \frac{3}{0,009}$$

$$W = 333,3 \frac{rad}{s}$$

1.3 Diameter Poros Mata Bor

Untuk menentukan dan menyesuaikan diameter poros mata bor sebelumnya dirancang sebesar 24 cm.

Dimana :

1. Momen Rencana (T)

T = Momen rencana (kg.mm)

P_d = Daya yang direncanakan (kW)

n_1 = Putaran poros penggerak (rpm)

P = Daya

$$T = 9550 \cdot \frac{P_d}{n_1}$$

$$p_d = f_c \times p$$

$$p_d = 2,0 \times 2100 = 4.200$$

$$T = 9550 \cdot \frac{4200}{3200}$$

$$T = 12,534 \text{ kg.mm}$$

2. Tegangan Geser pada Poros (τ)

τ = tegangan geser yang diizinkan

T = Momen rencana (kg.mm)

d_s = Diameter poros (mm)

$$\tau = \frac{5,1 \cdot T}{d_s^3}$$

$$\tau = \frac{5,1 \times 12,534}{24^3}$$

$$\tau = \frac{5,1 \times 12,534}{13.824}$$

$$\tau = 4,624 \frac{kg}{mm}$$

3. Tegangan geser yang diizinkan (τ_a)

(kg/mm²)

Untuk mencari nilai tegangan geser

dengan persamaan berikut ini :

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{Sf_1 \cdot Sf_2}$$

Dimana :

τ_a = tegangan geser yang diizinkan
(kg/mm²)

σ_B = Kekuatan tarik (kg/mm²)

Sf₁ = Faktor keamanan 1

Sf₂ = Faktor keamanan 2

Maka didapat nilai tegangan geser seperti berikut :

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{Sf_1 \cdot Sf_2}$$

$$\tau_a = \frac{360}{6,3 \times 3,0}$$

$$\tau_a = 20 \text{ kg} \frac{\text{mm}}{\text{mm}^2}$$

4. Diameter Poros (d_s)

Untuk melakukan perhitungan diameter poros, dengan menggunakan persamaan berikut :

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} K_t \times C_b \times T \right]^{\frac{1}{3}}$$

d_s = diameter poros (mm)

K_t = Faktor koreksi puntiran

C_b = Faktor koreksi aman

τ_a = Tegangan geser yang diizinkan
(kg/mm²)

T = Momen Rencana (kg.mm)

Maka dari persamaan diatas didapat besarnya poros yang digunakan sebagai berikut:

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} K_t \times C_b \times T \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d_s = \left[\frac{5,1}{20} 1,5 \times 2,0 \times 12,534 \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d_s = 28,76 \text{ mm}$$

5. Kecepatan Linier Poros (V)

Setelah mengetahui diameter poros, langkah selanjutnya dengan menghitung kecepatan linier poros dengan persamaan berikut ini :

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60}$$

Dimana :

V = Kecepatan linier poros (m/s)

d = Diameter (mm)

n = Putaran poros penggerak

Maka kecepatan linier poros sebagai berikut :

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60}$$

$$V = \frac{3,14 \times 0,02 \times 213}{60}$$

$$V = \frac{13,276}{60}$$

$$V = 0,22294 \frac{m}{s}$$

6. Kecepatan sudut poros (W)

$$W = \frac{V}{r}$$

$$W = \frac{0,22294}{0,01}$$

$$W = 22,294 \frac{rad}{s}$$

4.2. Perhitungan Gaya Bor

Perhitungan gaya bor, akumulasi dari gaya potong (F_v) dan gaya gesek (F_a) dengan persamaan sebagai berikut :

$$F_t = F_v + F_a$$

Dimana :

F_t = Gaya bor total

F_v = Gaya potong

F_a = Gaya Gesek

Maka untuk mengetahui nilai gaya

pada bor tanah sebagai berikut :

$$F_v = \tau \times \frac{d - d_1}{2} \times \frac{f}{2} \times \frac{\cos(\eta - \gamma_0)}{\sin \phi \cdot \cos(\phi + \eta + \gamma_0)} \quad (\text{Handiri, 68})$$

F_v

$$= 20,5 \times 10^4 \times \frac{0,2 - 0,02}{2} \times \frac{0,015}{2} \times \frac{\cos(30^\circ - 20^\circ)}{\sin 40^\circ \cdot \cos(40^\circ + 30^\circ + 20^\circ)}$$

F_v

$$= 19,7 \times 10^4 \times 0,09 \times 0,0075 \times \frac{0,98}{0,64 \times 0,64}$$

$$F_v = 19,7 \times 10^4 \times 0,09 \times 0,0075 \times 2,39$$

$$F_v = 0,031 \times 10^4$$

$$F_v = 310 \text{ N}$$

F_a

$$= k_f \times \frac{d - d_1}{2 \sin k} \quad (\text{Raden Fatah, Hal 134})$$

$$k_f = \frac{\mu - N}{l}$$

$$k_f = \frac{0,3 - m \cdot g}{l}$$

$$k_f = \frac{0,3 - 12 \times 9,8}{0,16} = 220,5$$

$$F_a = k_f \times \frac{d - d_1}{2 \sin 90}$$

$$F_a = 220,5 \times \frac{0,2 - 0,02}{2 \sin 90}$$

$$F_a = 22,19 \text{ N}$$

$$F_{total} = F_v + F_a$$

$$F_{total} = 310 \text{ N} + 22,19 \text{ N}$$

$$= 332,19 \text{ N}$$

4.3. Perhitungan Daya Bor

Untuk menghitung daya bor tanah yang akan dirancang maka digunakan persamaan sebagai berikut :

$$N_t = F_{total} \times V$$

Dimana :

N_t = Daya bor (Watt)

F_{total} = gaya total (N)

V = kecepatan linier poros (m/s)

Maka daya bor adalah

$$N_t = F_{total} \times V$$

$$N_t = 332,19 \times 3$$

$$N_t = 996,57 \text{ watt}$$

4.4. Perhitungan Torsi

Untuk menghitung torsi :

$$T = \frac{P \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot N_p}$$

$$= \frac{2.100 \cdot 60}{2 \times 3,14 \times 3200}$$

$$= 6,26 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Dimana :

T = Torsi

P = Daya motor

N_p = Putaran motor torsi mata bor

$$T = W \tan(\alpha + \phi) \frac{d}{2}$$

$$= 1,3 \text{ Kg} \tan(0,16^\circ + 20^\circ) \frac{0,1}{2}$$

$$= 0,24 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

4.5. Analisa Beban Buckling (Beban Tekuk)

Beban yang terjadi pada poros (w) terdapat beban dari beban motor (w_{motor}) dengan arah dari atas, dan beban dari reaksi tanah (w_{tanah}) dari arah bawah, maka besar beban tekuk adalah selisih dari keduanya.

$$W_{tekan} = W_{motor} - W_{tanah}$$

$$W_{motor} = m \cdot g$$

$$= 6 \times 9,81$$

$$= 58,86 \text{ N}$$

$$W_{tanah} = \tau_{tanah} \times A$$

$$\begin{aligned}
&= 19,7 \times 10^4 x \left[\frac{3,14 \times (0,06)^2}{4} \right] \\
&= 556,722 N \\
&- [W_{motor} + W_{tekan}] \\
&\quad - W_{tanah} \\
&= 0 \\
&- [58,6 N + W_{tekan}] \\
&\quad - 556,722 \\
&= 0
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
W_{tekan} &= 556,722 - 58,6 N \\
&= 497,862 N
\end{aligned}$$

4.6. Perhitungan Ulir Screw

Ulir biasanya terdiri dari sudut pemuntir yang menempel pada poros dengan gerakan memutar, untuk mendapatkan berapa besar putaran pada ulir mesin bor tanah dengan besar sudut kenaikan pitch dari screw dapat dicari dengan :

$$\tan \alpha = \frac{p}{\pi \times d} \quad (\text{Prof. Rahayu, Hal 220})$$

Dimana :

α = sudut kenaikan screw ($^{\circ}$)

P = Panjang pitch screw (mm) = 15cm = 150mm

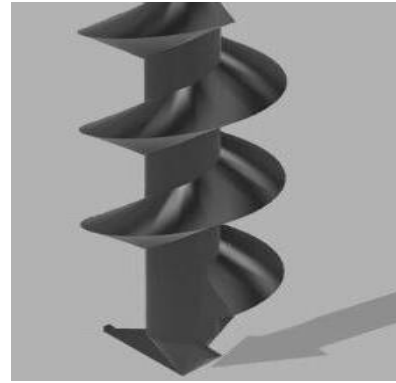
d = Diameter screw (mm) = 10cm = 100mm

$$\tan \alpha = \frac{p}{\pi \times d}$$

$$\tan \alpha = \frac{150}{3,14 \times 100}$$

$$\tan \alpha = 0,477 \text{ mm}$$

$$\alpha = \tan(0,477) = 0,16^{\circ}$$



Gambar 6. Ulir Mata Bor

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan perancangan alat penggali lubang tanah yaitu yang terdiri dari mesin penggali lubang tanam ini terdiri dari beberapa bagian utama, yaitu motor penggerak, kerangka (frame), Sistem transmisi, pedal dan mata bor. Peningkatan putaran pada motor diiringi dengan peningkatan konsumsi bahan bakar, sedangkan waktu yang dibutuhkan dalam proses penggalian akan semakin singkat. Kecepatan mesin pengeboran tanah tergantung dengan jenis tanah, semakin keras tanahnya maka akan semakin lama waktu pengeborannya. Maka putaran poros yang dihasilkan semakin melambat, maka dari itu mesin bor tanah ini dapat digunakan dimana saja, karena alatnya dapat dibawah berpindah-pindah tempat maupun ringan.

Saran

Dalam perancangan mesin bor tanah ini, tentunya tidak terlepas dari beberapa kekurangan. Saran ini bertujuan agar hasil perancangan lebih sempurna. Saran yang dimaksud adalah sebagai berikut

1. Sekiranya hasil rancangan lebih disempurnakan
2. Memilih alat dan sparepart yang terbaru dan lebih ringan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Alfonso, Alvinsen, dkk. 2015. Pengaruh Variasi Main Jet Nozzle Pada Sistem Karburator Terhadap Unjuk Kerja Mesin. *Jurnal Poros*, Vol. 13(2).
- Ansyori, Anang, dan Rudi, S. 2019. Pengaruh Diameter Mata Bor Terhadap Tingkat Kehalusan Permukaan Lubang Bor Pada Proses Permesinan Bor Magnesium AZ31. *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 7(1).
- Sailon, dkk. 2017. Rancang Bangun Mesin Bor Tanah Untuk Membuat Lubang Resapan Air (Biopori). *Jurnal Austenit*, Vol. 9(2).
- Sularso, S. 2004. *Dasar Perencanaan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta : PT. Pradnyaparamita.
- Ika, W. 2005. Desain Sistem Transmisi Alat Pengebor Tanah untuk Membuat Lubang Tanam dengan menggunakan Metode perancangan Pahl dan Beitz (1984). *Skripsi*. Fateta, IPB. Bogor.
- Wesley, L. D. 1973. *Mekanika Tanah*. Jakarta : Badan Penelitian Pekerjaan Umum.
- Khurmi, R. S dan Gupta, J. K. 2005, *Text Book Of Machine Design Eurasia*. New Delhi : *Publising Houe, Ltd Ram Ngar*.
- Luzadder, Warren, dan Handarsin. 1991. *Menggambar Teknik*. Jakarta : Erlangga.
- Sularso, Suga, dan Kiyokatsu. 1991. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Bahan Elemenin Mesin*. Jakarta : Pradmiya Paramita.