

Pembuatan Alat Pemanen Sawit Elektrik

Totok Suwanda¹, Sudarisman², Fitroh Anugrah Kusuma Yudha³,
Aria Yudha Nur Rizky⁴, Nur Ardiyansyah⁵

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jl. Brawijaya, Geblagan, Tamantirto, Kec. Kasihan, Kabupaten Bantul, Daerah
Istimewa Yogyakarta 55183
Korespondensi: suwanda@umy.ac.id¹

Abstract

The use of conventional palm harvesting equipment is often complained about by workers. This is due to the use of conventional harvesters that are operated manually will cause injury effects. The effects of injuries experienced by workers make work productivity decrease. So that this injury factor can make work productivity decrease. The purpose of designing and manufacturing this tool is to create an electric palm frond cutting tool driven by an electric motor. The drawing process is made using the Inventor Professional 2022 application and the calculation process is carried out to calculate the power and requirements for the tool. An electric palm frond cutting tool was produced with 304 stainless steel material on the body frame, main parts, shaft, guide, and blade hook. The tool body frame measures 130mm×100mm×150mm. The driving motor used 12 V and 15A dc electric motor. The motor speed is 6000 rpm. The speed on the large pulley is 2000 rpm. The connected pulleys have a total of 20 teeth and 60 teeth. The crank stroke length is 30mm. The length of the rotating belt is 250mm. The results of the calculation process for the motor shaft and transmission show that it is safe. This is done to increase the level of shaft strength. In the process of cutting the fronds of a 4year old tree, it takes 20-25 seconds, while an 8 year old tree takes 30-40 seconds.

Keywords: *Electric harvester, Productivity, Palm*

Abstrak

Penggunaan alat pemanen sawit konvensional sering dikeluhkan oleh para pekerja. Hal ini disebabkan penggunaan alat pemanen konvensional yang dioperasikan secara manual akan menimbulkan efek cedera. Efek cedera yang dialami para pekerja membuat produktivitas pekerjaan mengalami penurunan. Sehingga faktor cedera ini dapat membuat produktivitas pekerjaan menurun. Tujuan perancangan dan pembuatan alat ini adalah terciptanya alat pemanen sawit elektrik dengan penggerak motor listrik. Proses menggambar dibuat menggunakan aplikasi inventor professional 2022 dan proses perhitungan dilakukan untuk menghitung kekuatan dan kebutuhan pada alat. Dihasilkan alat pemotong pelepah sawit elektrik dengan bahan *stainless steel* 304 pada bagian rangka bodi, part utama, poros, pengarah, pengait mata pisau. Pada rangka bodi alat memiliki ukuran 130mm×100mm×150mm. Motor penggerak yang digunakan motor listrik DC 12 V dan 15A. Kecepatan motor adalah 6000 rpm. Kecepatan pada pulley besar adalah 2000 rpm. Pulley yang terhubung memiliki jumlah gigi sebanyak 20 gigi dan 60 gigi. Panjang langkah engkol adalah 30 mm. Panjang sabuk gilir adalah 250 mm. Hasil proses perhitungan untuk poros motor dan transmisi menunjukkan aman. Pada proses pemotongan pelepah pohon umur 4 tahun waktu yang dibutuhkan 20-25 detik sedangkan pohon umur 8 tahun 30-40 detik.

Received Desember 07, 2022; Revised Januari 02, 2023; Februari 08, 2023

* Totok Suwanda, suwanda@umy.ac.id

Kata kunci: Alat pemanen elektrik, Produktivitas, Sawit

I. LATAR BELAKANG

Pemanenan kelapa sawit adalah proses pemotongan tandan buah sawit dari pohon untuk diangkut ke pabrik, meliputi pemotongan tandan buah masak, pemetikan buah lepas, pemotongan cabang, pengangkutan produk ke tempat pengumpul hasil (TPH) dan pengangkutan produk ke pabrik. Pemanenan kelapa sawit membutuhkan teknik yang unik untuk mencapai hasil yang berkualitas. Pemanenan tandan kelapa sawit di Indonesia masih dilakukan dengan menggunakan alat yang sederhana yaitu alat yang dikenal dengan dodos dan egrek (Marpaung, dkk 2018). Dodos adalah salah satu alat pertanian yang digunakan untuk memanen kelapa sawit. Selain digunakan dalam proses pemanenan kelapa sawit, dodos biasa juga digunakan untuk proses pruning. Dodos digunakan untuk memanen buah kelapa sawit maupun pruning pada pohon yang berumur dibawah 8 tahun dengan tinggi kelapa sawit maksimal 5 meter. Pemanenan dan proses pruning manual menggunakan alat konvensional dapat memberikan risiko cedera pada pekerjaan.

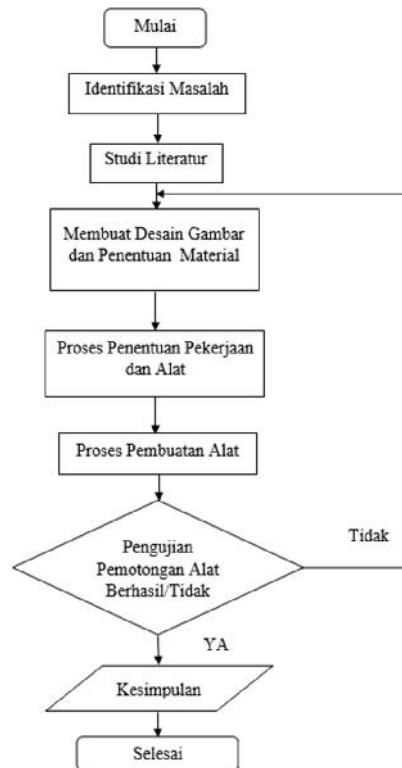
Penggunaan alat dodos sawit konvensional sering dikeluhkan oleh para pekerja. Hal ini disebabkan penggunaan alat dodos konvensional yang dioperasikan secara manual yang menimbulkan efek cedera. Efek cedera yang dialami para pekerja membuat produktivitas pekerjaan mengalami penurunan (Christian dkk, 2018). Sehingga faktor cedera ini yang membuat produktivitas pekerjaan menurun. Berdasarkan hasil riset yang dilakukan oleh (More & Vyavahare, 2014) "*Anthropometric And Grip Strength Data Of Agricultural Workers For Marathwada Region Of Maharashtra (India)*" faktor utama penyebab resiko keluhan pekerja adalah alat pertanian yang dioperasikan secara manual. Hal ini lah yang menyebabkan produktivitas pekerja rendah dan resiko kerja lebih tinggi.

Penggunaan alat panen konvensional memakan banyak energi karena prosesnya yang cukup sulit dan peralatan yang cukup berat, yang seringkali membuat petani terkena masalah kesehatan seperti gangguan *muskuloskeletal*. Gangguan yang sering dirasakan petani saat panen kelapa sawit berada di bahu kanan, pergelangan tangan kiri dan tangan kanan sehingga petani merasa pekerjaannya terganggu. Gangguan ini disebabkan oleh tekanan besar yang diberikan pada bahu dan pergelangan tangan selama pemanenan tandan kelapa sawit (Hendra & Rahardjo, 2009). Marpaung dkk (2018) melakukan penelitian yaitu mengembangkan mesin pemotong rumput menjadi alat pemotong panen

buah kelapa sawit. Dimana alat ini dirancang dari mesin pemotong rumput dengan mengubah gerak mata pisau pemotong rumput menjadi gerak translasi bolak-balik. Berdasarkan masalah diatas, maka identifikasi masalah diantaranya: Penggunaan alat yang masih manual sering menimbulkan efek cedera para pekerja, produktivitas pekerja menjadi rendah, dan faktor cedera para pekerja yang membuat produktivitas pekerjaan menurun.

II. METODE PENELITIAN

Dalam pembuatan alat ini terdapat beberapa Langkah yang harus dilewati seperti pemilihan alat dan bahan yang akan digunakan sehingga dapat menghasilkan alat yang sesuai dengan tujuan dan batasan yang sudah di tentukan. Adapun tahapan proses pembuatan Alat Pemanen Sawit Elektrik ini pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Alat Pemanen Elektrik

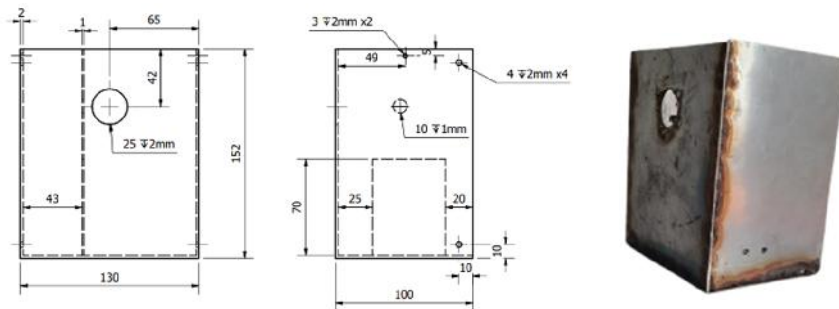
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Pembuatan dan Perhitungan

1. Perencanaan Desain

a) Rangka Bodi

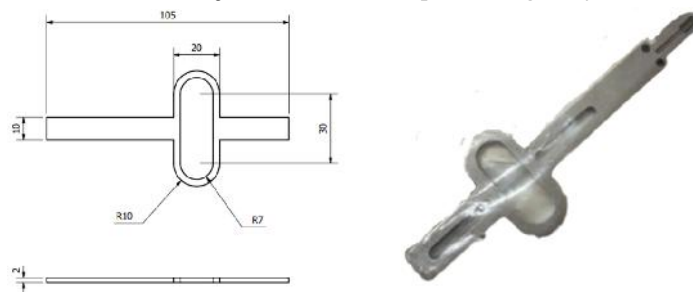
Rangka bodi dibuat dengan tujuan agar dapat menahan beban dari mesin dan alat lainnya yang akan digunakan. Bahan yang digunakan pada bodi ini adalah *stainless steel* 304. Pemilihan bahan menggunakan bahan *stainlees steel* ditujukan agar rangka bodi memiliki ketahanan yang tinggi. Berikut gambar detail dari desain rangka bodi disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangka Bodi

b) *Reciprocating shaft*

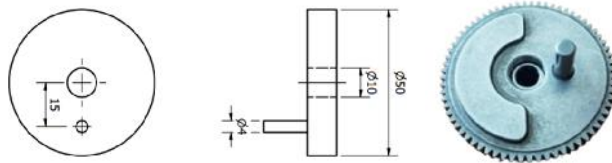
Reciprocating shaft adalah salah satu komponen dari alat ini. *Reciprocating shaft* digunakan sebagai pengubah gerak putar dari Engkol agar bergerak maju-mundur. *Reciprocating shaft* sendiri memiliki ketebalan 2 mm yang nantinya akan disambungkan dengan part lain nya. Gambar 3. menunjukan desain *reciprocating shaft*.



Gambar 3. *Reciprocating Shaft*

c) Engkol

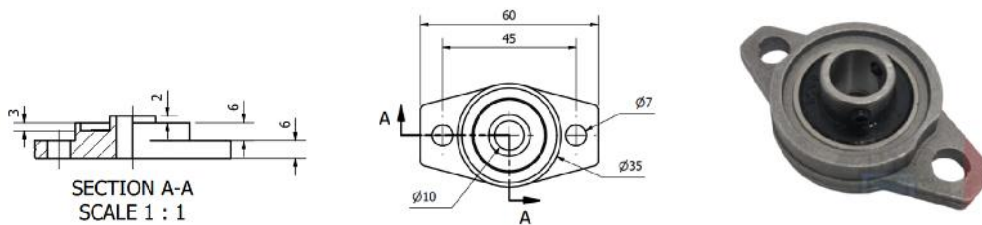
Engkol merupakan komponen yang digunakan sebagai gerak dasar dari alat ini. Engkol digunakan untuk menggerakkan komponen reciprocating shaft sehingga dapat dirubah dari gerak rotasi menjadi translasi. Engkol akan menerima gaya putar dari dinamo DC yang digunakan seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Engkol

d) Bearing Pillow

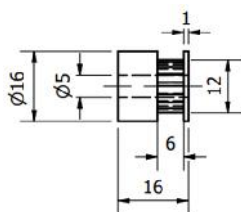
Bearing Pillow merupakan alas yang digunakan untuk mendukung kerja poros dengan bantuan dari bantalan (*bearing*). Bearing ini akan terhubung dengan poros yang menyatu dengan engkol. Gambar 5. Merupakan gambar detail dari desain bearing.



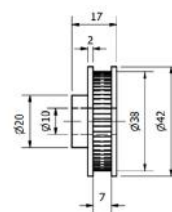
Gambar 5. Bearing Pillow

e) Pulley

Pulley merupakan salah satu komponen yang digunakan untuk mentransmisikan gaya dari motor listrik dc menuju poros yang terhubung pada engkol. Pada *pulley* yang digunakan menggunakan *pulley* kecil dengan 20 gigi dan *pulley* besar dengan 60 gigi. Gambar 6. merupakan gambar detail dari *pulley* kecil sedangkan Gambar 7. *pulley* Besar.



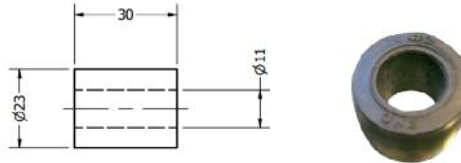
Gambar 6. Pulley kecil



Gambar 7. Pulley besar

f) *Rubber Mounting*

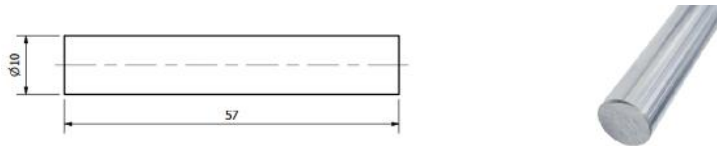
Ruber mounting merupakan salah satu komponen yang digunakan untuk mereduksi getaran yang terjadi pada alat. Getaran yang terjadi pada alat akan menimbulkan suara bising. Desain *ruber mounting* disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. *Rubber Mounting*

g) Poros

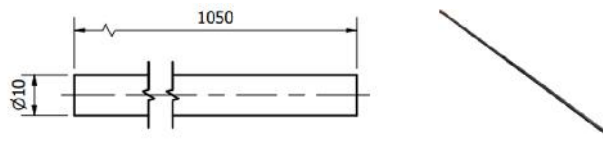
Poros digunakan sebagai penghubung antara engkol dengan *pulley* sebagai penggerak. Bahan yang digunakan untuk poros adalah stainless steel 304. Ukuran diameter poros disesuaikan dengan diameter pada bearing, engkol dan pulley. Gambar detail dari desain poros dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Poros

h) Poros penggerak

Poros penggerak memiliki ukuran diameter 10mm. Besi ini nanti nya akan digunakan sebagai penghubung antara *reciprocating shaft* dengan mata gergaji yang akan digunakan. Gambar detail dari desain poros penggerak yang akan digunakan disajikan pada Gambar 10.

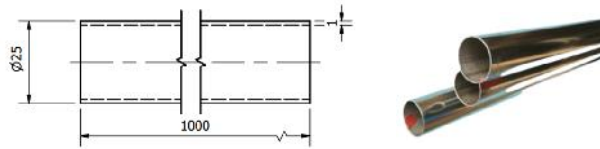


Gambar 10. Poros Penggerak

i) Selongsong Poros

Selongsong poros pada alat ini nantinya akan disatukan dengan rangka bodi. Selongsong ini yang akan dipegang oleh operator. Bahan dari selongsong poros adalah pipa *stainless steel 304*. Pipa ini memiliki ukuran 1in yang disesuaikan dengan berat pipa dan juga tebal yang disesuaikan agar tidak menambah beban dan tidak juga terlalu tipis.

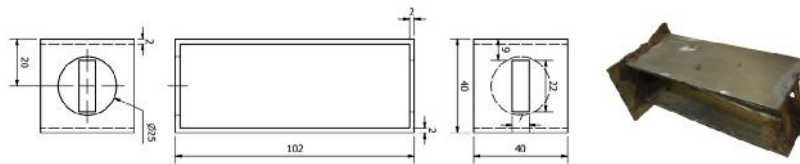
Berikut gambar detail dari desain pipa yang akan digunakan dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Selongsong poros

j) Pengarah

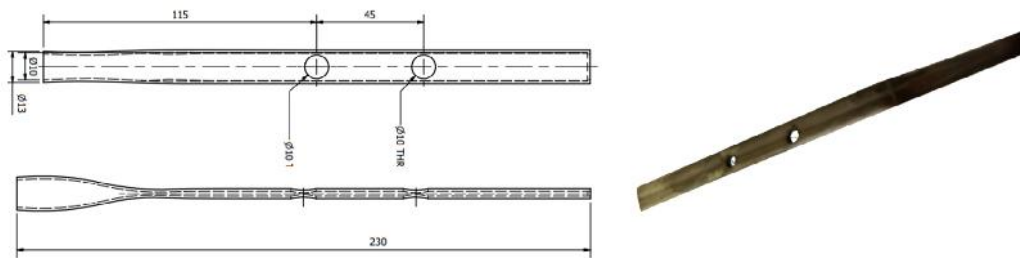
Pengarah merupakan suatu komponen yang digunakan sebagai penetap dari mata pisau. Tujuannya agar mata pisau tidak berputar berpindah tempat Ketika digunakan. Pengarah sendiri dibuat menggunakan material *stainless steel* 304. Berikut gambar detail dari desain pengarah ditunjukkan Gambar 12.



Gambar 12. Pengarah

k) Pengait Mata Pisau

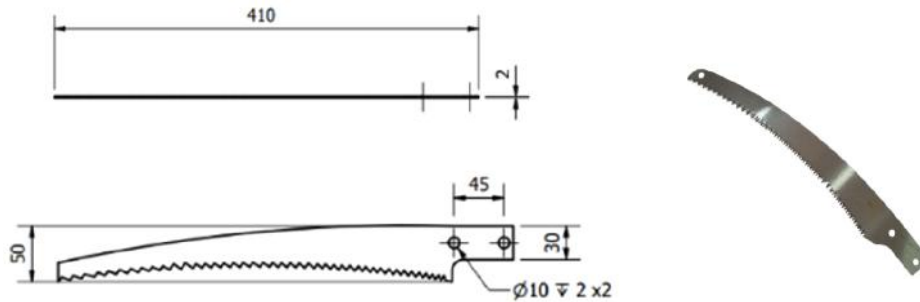
Pengait mata pisau merupakan komponen yang digunakan sebagai tempat menyatukan mata pisau dengan besi penggerak. Dengan adanya komponen ini mata pisau dapat menempal dan bergerak maju-mundur sehingga mata pisau dapat memotong pelepah kelapa sawit. Gambar detail dari desain pengait mata pisau disajikan Gambar 13.



Gambar 13. Pengait Mata Pisau

l) Mata Gergaji

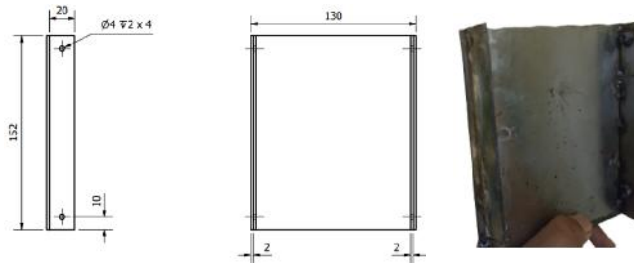
Sesuai dengan namanya komponen ini akan digunakan sebagai mata pisau. Jenis mata pisau yang digunakan pada alat ini adalah saw blade. Mata pisau akan memiliki mata seperti gergaji. Gambar 14. menunjukkan dari desain mata pisau.



Gambar 14. Mata Gergaji

m) Penutup Bawah

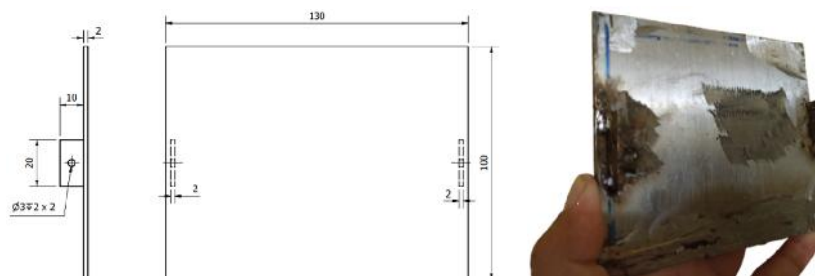
Penutup bawah adalah komponen yang digunakan sebagai penutup pada bagian rangka bodi bawah yang terbuka. Bahan yang digunakan pada komponen ini adalah stainless steel 304 dengan ketebalan 2mm. Gambar 15. menunjukkan desain penutup bawah.



Gambar 15. Penutup bawah

n) Penutup Sisi Kanan

Penutup Sisi Kanan adalah komponen yang digunakan sebagai penutup pada bagian rangka bodi kanan yang terbuka. Bahan yang digunakan pada komponen ini adalah stainless steel 304 dengan ketebalan 2mm. Gambar 16. menyajikan desain penutup sisi kanan.



Gambar 16. Penutup sisi kanan

2. Proses Pembentukan

Proses pembuatan alat pemanen sawit elektrik yang dibahas pada laporan ini meliputi proses pemotongan, proses pengeboran, proses pengelasan, perakitan dan *finishing*.

1. Proses Pemotongan

Proses pemotongan awal yaitu melakukan pemotongan *plat stainless steel 304* untuk dibentuk menjadi rangka bodi, pemotongan *pipa stainless steel 304* dan peotongan untuk komponen pengarah. Pemotongan dilakukan setelah semua komponen yang akan dipotong telah di ukur dan ditandai sesuai dengan desain. Penandaan dilakukan menggunakan spidol permanen atau penggores lainnya yang tidak mudah hilang. Proses pemmotongan menggunakan alat mesin gerinda.

2. Proses drill

Pada proses drill alat dodos eletrik ini terdapat beberapa tahapan yaitu :

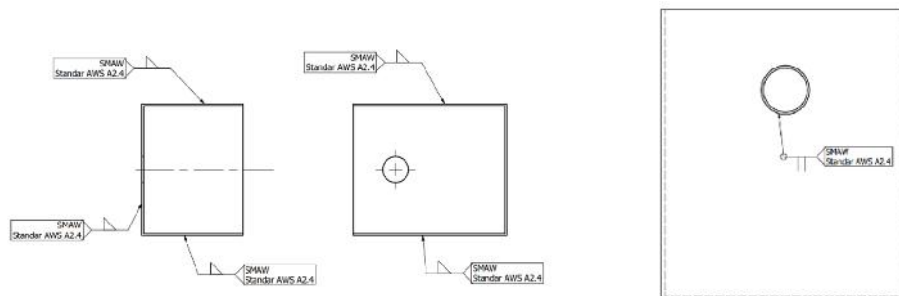
- a) Pemberian tanda pada bagian yang akan di bor
- b) Melakukan pemilihan material mata bor dan ukuran mata bor
- c) Menentukan kecepatan putaran (rpm)
- d) Melakukan pengeboran

3. Proses pengelasan

Proses pengelasan dilakukan pada komponen yang harus disatukan. Bebrapa komponen yang dilakukan proses pengelasan diantara nya adalah :

- a) Pembentukan rangka bodi

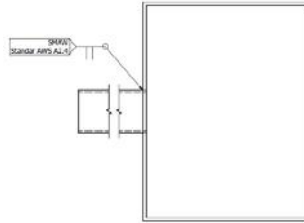
Pembentukan rangka bodi dilakukan dengan cara pengelasan. Pengelasan dilakukan dengan menyatukan bahan baku yaitu *plat stainless steel 304* ukuran 150x100x2mm sebanyak 3 buah. Bentuk pengelasan yang digunakan adalah *fillet weld*.



Gambar 17. Pembentukan rangka bodi

b) Penyambungan pipa *stainlees steel* 304 dengan rangka bodi

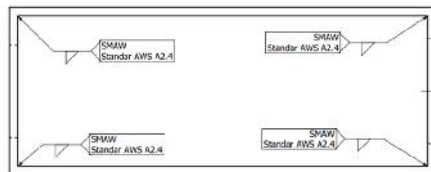
Pada proses ini pipa akan disambungkan dengan rangka bodi. Pipa akan dicocokkan terlebih dahulu dengan lubang yang telah disiapkan pada rangka bodi. Setelah pipa sudah sesuai dengan lubang pada rangka bodi dilakukan pengelasan menyeluruh.



Gambar 18. Penyambungan pipa *stainless steel* 304

c) Pembentukan komponen pengarah

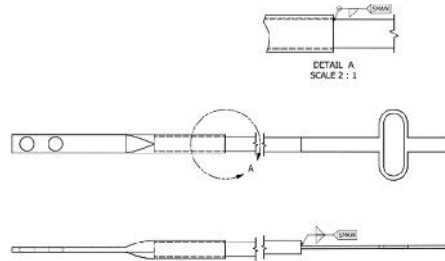
Pembentukan komponen pengarah dilakukan dengan cara melakukan penyambungan antara plat yang telah disiapkan. Plat yang akan digunakan dengan ukuran adalah plat dengan ukuran 100x10x2 mm sebanyak 2 buah, plat dengan ukuran 40x40x2 mm sebanyak 1 buah yang telah dilubangi dan plat dengan lubang bentuk kotak yang disesuaikan dengan ukuran dari pengait mata pisau. Plat akan disambungkan dan dibentuk terlebih dahulu. Kemudian komponen pengarah di sambungkan dengan pipa *stainless steel*.



Gambar 19. Pembentukan komponen pengarah

- d) Penyambungan komponen pengait mata pisau dan *reciprocating shaft* dengan besi penggerak

Pada dua komponen ini akan dilakukan pengambungan dengan besi penggerak. Dimana besi ini akan menjadi satu kesatuan dalam gerak translasi hasil perubahan gerak rotasi pada engkol.



Gambar 20. Penyambungan komponen pengait mata pisau dan *reciprocating shaft* dengan besi penggerak

3. Sistem Elektrikal Alat Pemanen Sawit

- a) Baterai sebagai perangkat untuk menyimpan energi yang digunakan sebagai penggerak komponen-komponen elektrik, seperti motor DC, kontrol motor menggunakan PWM (*Pulse Width Modulation*), ditunjukkan pada Gambar 22.



Gambar 21. Baterai Li Ion 12-volt, 40 Ah (TOYO)

- b) Motor DC adalah komponen elektromekanik yang mengubah energi listrik menjadi energi gerak yang akan dimanfaatkan untuk menggerakkan mata pisau gergaji alat pemanen sawit. Putaran motor DC akan memutar pully yang di kombinasikan dengan komponen *Reciprocating shaft* yang akan mengubah putaran menjadi gerakan maju-mundur pisau alat pemanen sawit, ditunjukkan pada Gambar 22.



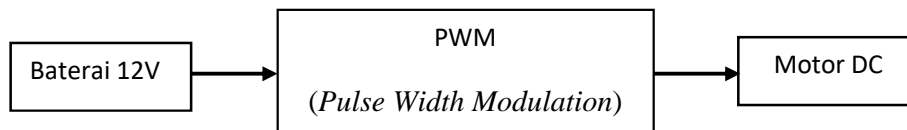
Gambar 22. Motor DC

- c) Metode pengaturan kecepatan yang digunakan adalah dengan menggunakan teknik PWM (*Pulse Width Modulation*) yang merupakan teknik yang umum digunakan untuk mengatur kecepatan motor DC. Dengan menggunakan PWM dapat dengan mudah mengatur kecepatan yang diinginkan. Teknologi PWM yang mengatur kecepatan motor adalah mengatur kecepatan motor dengan mengubah besar kecilnya *duty cycle pulsa*. *Pulsa* yang memvariasikan *duty cycle* menentukan kecepatan motor. *Amplitudo* dan *frekuensi pulsa* tetap, sedangkan *duty cycle* bervariasi sesuai dengan kecepatan yang dibutuhkan, semakin besar *duty cycle* maka semakin cepat kecepatan motor, sebaliknya semakin kecil *duty cycle* maka semakin lambat kecepatan motor, ditunjukkan pada Gambar 23.



Gambar 23. PWM (*Pulse Width Modulation*)

Sistem kelistrikan alat pemanen sawit elektrik sesuai dengan diagram alur perancangan kendali motor DC yang ditunjukkan pada Gambar 24 yang terdiri dari baterai yang digunakan untuk mensuplai kebutuhan energi sistem kendali PWM sebagai pengendali putaran motor DC.



Gambar 24. Diagram alur perancangan kendali motor DC

4. Spesifikasi dan Perhitungan Alat Pemanen Sawit Elektrik

Berdasarkan hasil perhitungan maka didapatkan spesifikasi motor listrik DC sesuai dengan Tabel 1. Tabel 2 menyajikan hasil perhitungan sabuk *timing belt* dan *reduce* kecepatan. Tabel 3. merupakan hasil perhitungan poros 1, poros 2 dan perhitungan analisis tegangan tekuk (*Buckling*). Tabel 4. Menunjukkan hasil pengujian performa alat pemanen sawit elektrik yang dibuat.

Tabel 1. Spesifikasi motor DC

Voltase	12 V
Ampere	15 A
Putaran	6000 Rpm
Daya	180 Watt

Tabel 2. Hasil perhitungan *timing belt* dan *reduce* kecepatan

Jarak Antar Poros (C)	82,07 mm
Jumlah gigi puli kecil (z_1)	20
Jumlah gigi puli besar (z_2)	60
Jarak bagi gigi (p)	2 mm
Tipe Sabuk	Sabuk bergigi No 480H
Panjang Sabuk	250 mm
Kecepatan puli 1 (n_1)	6000 Rpm
Kecepatan puli 2 (n_2)	2000 Rpm

Tabel 3. Hasil perhitungan poros 1, poros 2 dan Analisis Tegangan Tekuk (*Buckling*)

Poros 1	
Daya rencana	0,216 kW
Torsi	35,064 kg.mm
Tegangan geser yang diizinkan	9,6 kg/mm ²
Tegangan geser yang didapatkan	1,430 kg/mm ²
Poros 2	
Daya rencana	0,216 kW
Torsi	105,19 kg/mm ²
Tegangan geser yang diizinkan	9,6 kg/mm ²
Tegangan geser yang didapatkan	0,536 kg/mm ²
Analisis tegangan tekuk menggunakan 5 <i>ruber mounting</i>	
Diameter poros	10 mm
Modulus elastisitas baja ST 37	2,1 x 10 ⁵ N/mm ²
Gaya tekuk pada sumbu batang	22530,33 N
Derajat kelangsingan yang diijinkan	105
Derajat kelangsingan yang didapatkan	85,03

Tabel 4. Pengujian performa alat pemanen sawit elektrik

Uji Coba	Umur Pohon	Mata Pisau	Waktu Potong per Pelepah	Hasil Uji Coba
1	4 Tahun	Tanika Pruning Saw TS6/ TS5	20 – 25 detik	<ul style="list-style-type: none"> • Pemotongan pelepah dapat dilakukan dengan baik • Pemotongan dilakukan hanya dengan menekan tombol “<i>Switch Saklar</i>” pada alat.
2	8 Tahun	Tanika Pruning Saw TS6/TS5	30 – 40 detik	<ul style="list-style-type: none"> • Pemotongan pelepah dapat dilakukan dengan baik. • Pemotongan dilakukan hanya dengan menekan tombol “<i>Switch Saklar</i>” pada alat.

IV. KESIMPULAN

Dihasilkan alat pemotong pelepah sawit elektrik dengan bahan *stainless steel 304* pada bagian rangka bodi, part utama, poros, pengarah, pengait mata pisau, penutup bawah dan sisi kanan. Pada rangka bodi alat memiliki ukuran 130mm × 100mm × 150mm. Motor penggerak yang digunakan adalah mototr listrik DC dengan daya 180 Watt. Kecepatan pada *pulley* besar yang *direduce* menjadi 2000 rpm kepada *pulley* kecil. Hasil proses perhitungan untuk poros pada motor dan poros transmisi menunjukkan bahwa pembebanan aman. Sedangkan untuk poros penggerak diharuskan untuk menggunakan tambahan penyangga berupa *rubber mounting*. Hal ini dilakukan untuk menambahkan tingkat kekuatan poros penggerak agar tidak terjadi pembengkokan. Pada proses pemotongan pelepah pohon umur 4 tahun waktu yang dibutuhkan 20-25 detik sedangkan pohon umur 8 tahun 30-40 detik.

REFERENSI

- Christian, A., Asmara, S., Sugianti, C., & Telaumbanua, M. (2018). Unjuk Kerja Alat Pemotong Pelepah Kelapa Sawit Tipe Dodos secara manual dan Mekanis Menggunakan Mesin Husqvarna 327 LDx. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 7(1), 15. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v7i1.15-24>
- Darmanto, S., Hanif, G., Suryana, Y., & F, J. A. (2020). *Modifikasi Mesin Potong Rumput Model Gendong untuk Pemotong Pelepah Sawit*. 22(4), 242–245.
- Hendra, & Rahardjo, S. (2009). Risiko Ergonomi Dan Keluhan Musculoskeletal Disorders (MSDs) Pada Pekerja Panen Kelapa Sawit. *Prosiding Seminar Nasional Ergonomi IX, November*, 978–979.
- Marpaung, M. A., Harahap, M. F., Ritonga, R. J. D., & Batu Mahadi Siregar. (2018). Pengembangan mesin potong rumput menjadi alat pemotong panen buah kelapa sawit. *PISTON (Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Fakultas Teknik UISU)*, 2, nO. 2, (2548–1878), 60–64.
- More, S. H., & Vyavahare, R. T. (2014). Anthropometric and Grip Strength Data of Agricultural Workers for Marathwada Region of Maharashtra (India). *International Journal of Applied Engineering and Technology*, 4(2), 148–153.