

RANCANGAN MESIN PENGOLAHAN TANAH UNTUK JENIS
TANAH *PODSOLIK* MERAH KUNING

Muhammad Thoriq Al-Fatah¹, Wahyu Pandya Wibowo¹, Adhe Anggry¹, Shanty
Dwi Krishnaningsih¹

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat
Corresponding Author: wahyupandyawibowo@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu mesin pengolahan tanah sekunder yang ada dipasaran adalah mesin cultivator. Mesin cultivator merupakan mesin pengolahan tanah dengan jenis pengolahan tanah yaitu bajak putar atau penggemburan tanah. Kampus Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung memiliki salah satu mesin cultivator konvensional bermerek firman ftl 900 h dengan ditenagai motor 7 hp dan jenis mata pisau rotary bertipe J. Mata pisau tipe J tersebut memiliki kerja yang optimal hanya pada kondisi tanah yang basah. Kemudian bentuk sudut yang melengkung menyebabkan tegangan yang tinggi pada seluruh bagian mata pisau saat melakukan penembusan permukaan tanah yang keras dan juga mekanisme roda bekerja dalam satu mekanisme dengan mata pisau sehingga pergerakan mesin hanya mengandalkan mata pisau. Tanah podsolik merah kuning yang ada di Bangka Belitung memiliki karakter yang sedang hingga kuat dengan relief berbentuk datar dengan gumpalan padat atau bergunung. Adanya permasalahan tersebut mendorong Penulis untuk melakukan pengembangan pada rancangan mesin pengolahan tanah untuk jenis tanah podsolik merah kuning. Metode pelaksanaan dalam penelitian proyek akhir ini menggunakan metode penelitian umum yang dapat dirumuskan menjadi beberapa tahapan yaitu tahapan merancang, tahapan perwujudan, dan tahapan akhir. Hasil yang diperoleh setelah merancangan mesin pengolahan tanah pada mesin cultivator adalah tipe mata pisau lain yaitu mata pisau tipe C melengkung, sistem pemindah roda bersuspensi menggunakan peredam kejut, dan penambahan penutup sebagai perlindungan tambahan bagi pengguna. Untuk keberhasilan pada rancangan dilakukan pembuktian melalui FEA (Finite Analysis Element) yaitu kekuatan material dan faktor keamanan dengan hasil yang aman.

Kata Kunci: bajak putar, mesin cultivator, tanah

ABSTRACT

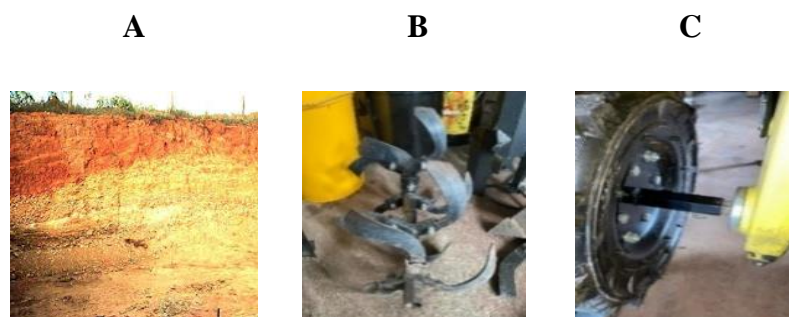
One of the secondary soil processing machines on the market is a cultivator machine. Cultivator machines are soil tillage machines with a type of soil tillage, namely rotary plows or soil loosening. The Bangka Belitung State Manufacturing Polytechnic Campus has one of the conventional cultivator machines branded firman ftl 900 h powered by a 7 hp motor and a type of J type rotary blade. Then the curved angular shape causes high tension on all parts of the blade when penetrating the hard ground surface and also the wheel mechanism works in one mechanism with the blade so that the movement of the machine only relies on the blade. The red and yellow podsollic soil in Bangka Belitung has a medium to strong character with flat reliefs with dense or mountainous clots. The existence of these

problems prompted the author to develop a soil processing machine design for the type of red and yellow podsollic soil. The implementation method in this final project research uses a general research method that can be formulated into several stages, namely the design stage, the realization stage, and the final stage. The results obtained after designing the tillage machine on the cultivator machine are other types of blades, namely curved C-type blades, suspension wheel shifting systems using shock absorbers, and the addition of covers as additional protection for users. For the success of the design, proof is carried out through FEA (Fenite Analysis Element), namely material strength and safety factors with safe results.

Keywords: rotary plow, cultivator machine, soil

1. PENDAHULUAN

Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung memiliki salah satu mesin pengolahan tanah yaitu mesin *cultivator* konvensional bermerek firman ftl 900 h. Mesin *cultivator* merupakan mesin pengolahan tanah primer maupun sekunder yang praktis. Mesin tersebut ditenaga oleh motor 7 hp atau 3600 rpm dengan total bobot keseluruhan 87 kg. Mata pisau bajak putar pada mesin tersebut hanya mampu bekerja optimal pada tanah yang basah dan bentuk sudut permukaan mata pisau yang ditunjukkan pada Gambar 1.B tersebut memiliki tegangan yang tinggi saat terkena permukaan tanah yang keras. Mekanisme pergerakan pada mata pisau bekerja satu tempat dengan sistem pemindah mesin yaitu roda dorong dan ditunjukkan pada Gambar 1.B. Hal tersebut menyebabkan pengguna mengalami kesulitan dalam pergerakan mesin yang mengandalkan mata pisau. Salah satu tanah yang ada di Bangka Belitung adalah tanah podsolik merah kuning memiliki karakter sedang hingga kuat dengan bentuk bergumolal serta berat kepadatan yang cukup tinggi berkisar berkisar $1,3 \text{ g. cm}^2$ - $1,5 \text{ g. cm}^2$ serta bentuk relief yang datar dengan gumpalan padat dengan tahanan 40 – 120 kPa disertai nilai koefisien gesek statis sebesar 0,25-0,35. Bentuk tanah podsolik merah kuning ditunjukkan pada Gambar 1.C.



Gambar 1. A. Tanah Podsolik Merah Kuning, B. Mata Pisau Bajak Putar (*Rotary*) tipe J, C. Mekanisme Satu Tempat

Adanya permasalahan tersebut membuat dorongan untuk Penulis melakukan pengembangan pada mesin pengolahan tanah untuk jenis tanah podsolik merah kuning, serta menciptakan teknologi tepat guna (*appropriate technology*) yang relevan.

Spesifikasi standar dari mesin yang digunakan adalah mesin *cultivator* firman ftl 900H dapat dilihat pada Tabel 1.

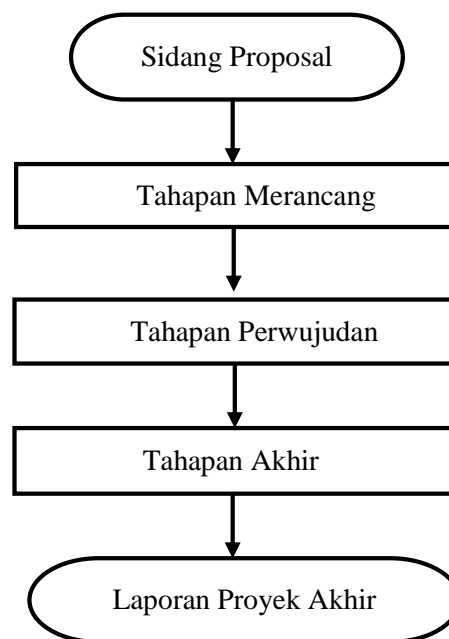
Tabel 1. Spesifikasi Standar Mesin Firman FTL 900 H

| Spesifikasi | Keterangan |
|--|---|
| Tipe mesin | 4-tak <i>overhead valve</i> |
| Bahan Bakar / Kapasitas Bahan Bakar Maks | Bensin murni / 4 Liter |
| Tenaga maksimum motor: Kw (Hp/Rpm) | 4.2 Kw (7 Hp/ 3600 Rpm) |
| Kapasitas oli mesin | 800 ml |
| Pergantian gigi (<i>shifting gear</i>) | -1,N,2,1 |
| Tranmisi | <i>Pulley, Belt</i> , dan Tensioner Belt |
| Mata pisau | <ul style="list-style-type: none"> • Bajak Putar (Rotary) tipe J • Bajak Singkal |
| Lebar Seluruh Mata Pisau | 1000 mm |
| Roda Pembawa | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Paddy Wheel</i> • Mini Tracktor |
| Rasio <i>gear box</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Gigi maju 1 adalah 1:30 • Gigi maju 2 adalah 1:25 • Gigi mundur adalah 1:35 |
| Sistem Penyalaan | <i>Recoil System</i> |
| Kedalaman Bajak | 150 – 300 mm |
| Berat Seluruh Mesin | 87 Kg |

2. METODE PELAKSANAAN

2.1 Diagram Metode Pelaksanaan

Pelaksanaan penelitian penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan metode pelaksanaan umum. Penyederhanaan diagram alir metode tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Metode Pelaksanaan

Beberapa tahapan pada metode pelaksanaan yang dilakukan dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Tahapan Merancang
Tahapan merancang terdiri dari beberapa tahapan, yaitu pengumpulan data, identifikasi masalah, penyusunan alternatif solusi. pemilihan alternatif solusi terbaik, perumusan konsep dan kriteria, dan perhitungan manual.
- Tahapan Perwujudan
Tahapan perwujudan ini terdiri dari tahapan analisis perhitungan pada digital, pembuatan gambar Teknik produk, dan pembuatan animasi visualisasi perakitan dan pergerakan.
- Tahapan Akhir
Tahapan ini merupakan tahapan pembuatan kesimpulan dari hasil keseluruhan penelitian yang telah dilaksanakan.

2.2 Persamaan pada Perhitungan

Perhitungan yang dilakukan dalam perancangan mesin pengolahan tanah untuk jenis tanah podsolik merah kuning ini adalah sebagai berikut:

a) Perhitungan Gaya yang Terjadi

Perhitungan gaya dilakukan untuk mengetahui gaya yang terjadi untuk mendukung tercapainya rancangan dengan menggunakan persamaan $\Sigma F_y = 0$ dan $\Sigma F_x = 0$ dan beberapa persamaan berikut:

1. Kecepatan Putaran Mesin.

Kecepatan putaran mesin yang dimaksud adalah kecepatan yang tereduksi *gearbox* pada mesin *cultivator* dan dapat dirumuskan pada persamaan (2.1).

$$\text{Rpm Out} = \text{Rpm In} \times \text{Rasio Gearbox} \dots\dots\dots(2.1)$$

2. Gaya Dinamis Mata Pisau

Gaya dinamis mata pisau merupakan gaya dorong dan gaya akat pada mata pisau. Optimasi ini dilakukan untuk mengurangi kebutuhan energi pengolahan tanah. Perhitungan gaya dinamis mata pisau dapat dihitung melalui persamaan (2.2).

$$F_d = \frac{P \cdot A}{F_p} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

F_d = Gaya dinamis mata pisau (N)

P = tahanan tanah (N/m^2)

A = Luas penampang mata pisau (m^2)

F_p = Gaya normal mata pisau (N)

3. Gaya Gesek pada Permukaan Mata Pisau

Gaya gesek pada permukaan pisau merupakan gaya pada mata pisau ketika mengolah tanah dan mata pisau bergesekan dengan permukaan tana. Perhitungan yang dilakukan ialah dengan menggunakan persamaan (2.3).

$$\tau = \mu \times N \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

τ = gaya gesekan pada tanah (N)

μ = Koefisien gesekan tanah

N = Gaya pada mata pisau (N)

4. Gaya Traksi pada Mesin

Gaya traksi merupakan gaya gesek yang dihasilkan antara dua permukaan tanpa mengalami slip. Penentuan gaya traksi maksimum pada ban dengan permukaan dapat ditentukan dengan persamaan (2.4).

$$F = \frac{\mu \cdot W}{1-\mu} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:

μ = koefisien gesek permukaan

w = Bobot kendaraan

b) Tegangan Material dan Faktor Keamanan

1. Tegangan Material

Tegangan merupakan suatu ukuran pembebanan yang dilakukan oleh gaya dan dibagi dengan luas penampang gaya tersebut bekerja. Perhitungan yang dilakukan dapat dirumuskan melalui persamaan (2.5) yaitu tegangan normal dan persamaan (2.6) yaitu tegangan geser.

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

σ = Tegangan (N/mm²)

F = Gaya (N)

A = Luas penampang (mm²)

$$\tau = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

τ = Tegangan Geser (N/mm²)

F = Gaya (N)

A = Luas penampang (mm²)

2. Faktor Keamanan

Faktor keamanan merupakan factor dalam mengkoreksi keamanan dari suatu material yang digunakan pada suatu mesin. Penentuan faktor keamanan dapat dihitung dengan persamaan (2.7).

$$\text{Faktor Keamanan (Sf)} = \frac{\text{Kekuatan Izin}}{\text{Kekuatan terjadi}} \dots\dots\dots(2.7)$$

2.3 Fenite Element Analysis (FEA)

Fenite Element Analysis (FEA) pada *software solidworks fenite element analysis (FEA)* merupakan metode yang digunakan sebagai penyelesaian permasalahan rekayasa yang kompleks dengan melibatkan, struktur, perpindahan panas, fluida, dan gaya sebagai visualisasi. Metode ini bekerja dengan memecah suatu objek atau sistem fisik menjadi bagian-bagian kecil disebut *fenite elements* yang kemudian dilakukan analisis secara terpisah namun saling terhubung.

Fenite element analysis pada *solidworks* memiliki tahapan yang dimulai melalui *3D modeling* yang akan dianalisis. Selanjutnya, penggunaan menentukan jenis material dan tahapan terakhirnya menentukan batasan gerak (*boundary conditions*) disebut juga posisi tetap yang disertai pemberian beban yang bekerja.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tahapan Merancang

Hasil yang dilakukan pada tahapan merancang yang dilakukan dapat dijelaskan sebagai berikut ini:

3.1.1 Identifikasi Masalah

Penentuan daftar tuntutan yang didasari identifikasi masalah dari pengumpulan data yang terkait dan pembagian beberapa sistem pada mesin. Daftar tuntutan pada mesin *cultivator* yang didapatkan dengan sistem pada mesin dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Daftar Tuntutan Pengembangan

| No | Daftar Tuntutan Pengembangan |
|----|---|
| 1. | Sistem Pengolahan Tanah Mata pisau bajak putar (<i>rotary plow blade</i>) mudah patah dan aus saat melakukan penggemburan pada tanah podsolik merah kuning yang keras dan banyak sisa gulma. |
| 2. | Sistem Pemindah Mesin Pergerakan mesin saat pengoperasian tidak mengandalkan satu mekanisme. |
| 3. | Penutup (<i>cover</i>) Pelindung Melindungi pengguna dari lonjakan batu saat pengolahan tanah. |

3.1.2 Alternatif Solusi

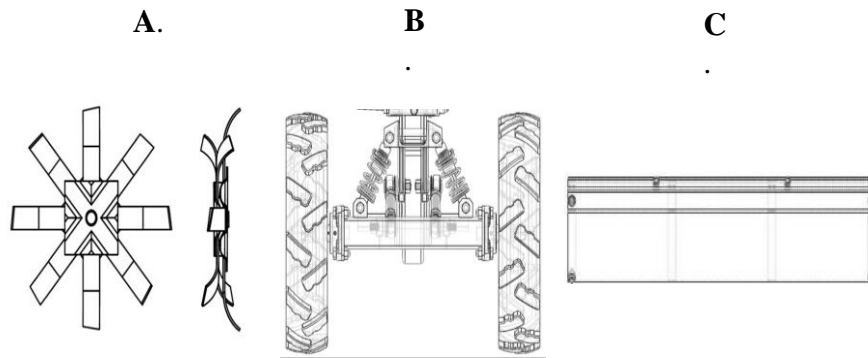
Pemilihan alternatif solusi didasari oleh daftar tuntutan yang telah ditentukan dari permasalahan yang timbul. Berikut alternatif solusi yang terpilih dan didapatkan dari daftar tuntutan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Alternatif Solusi

| No. | Alternatif | Alasan |
|-----|--|---|
| 1. | Sistem Pengolahan Tanah Mata Pisau Bajak Putar tipe C (<i>C-type Curve Rotary Blade</i>). | Penggemburan yang agresif dan tidak memiliki pantulan pada permukaan tanah saat mengolah tanah yang keras. |
| 2. | Sistem Pemindah Mesin Roda Dorong dengan Sistem Suspensi (<i>Suspension Sistem</i>) | Memudahkan pendorongan bagi pengguna dikarenakan mekanisme terpisah dan mengurangi pembebanan pada mata pisau yang bekerja. |
| 3. | Penutup untuk Pelindung Penutup Berbentuk Rok (<i>Skirt</i>) dengan Bahan <i>polyuthrane (PU)</i> . | Tahan terhadap benturan keras dan memiliki bobot yang ringan tergantung ketebalan. |

3.1.3 Konsep Desain dari Alternatif Solusi

Konsep desain memiliki tujuan sebagai gambaran awal dari rancangan. Berdasarkan alternatif solusi yang terpilih, maka konsep desainnya ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. A. Konsep Desain Mata Pisau Bajak Putar (*Rotary*) Tipe C, B. Konsep Desain Roda Dorong dengan Sistem Suspensi, C. Konsep Desain Penutup Berbentuk Rok (*Skirt*) dengan Bahan *PU*.

3.1.4 Hasil dari Perhitungan Manual

Perhitungan manual yang dilakukan pada rancangan mesin didapatkan hasilnya sebagai berikut:

1. Tegangan Kekuatan Material

Hasil perhitungan manual yang dilakukan pada tegangan kekuatan material dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Tegangan Kekuatan Material

| No | Kekuatan Material Komponen | Nilai Tegangan Terjadi | Tegangan Izin (σ_{izin}) |
|----|---|-------------------------|-----------------------------------|
| 1. | Tegangan material pada mata pisau | | |
| | 1. Tegangan Normal (σ) | 0,522 N/mm ² | 600 N/mm ² |
| | 2. Tegangan geser (τ) | 0,182 N/mm ² | 600 N/mm ² |
| 2. | Tegangan material pada suspensi | | |
| | Tegangan tekan kawat pegas | 30,80 N/mm ² | 600 N/mm ² |
| 3. | Tegangan material pada baut pengikat dan rangka pendukung | | |
| | Tegangan bengkok baut pengikat | | |
| | Baut M8 | 88,84 N/mm ² | 386 N/mm ² |
| | Baut M10 | 74,25 N/mm ² | 386 N/mm ² |
| | Tegangan geser baut | | |
| | Baut M8 | 24,87 N/mm ² | 386 N/mm ² |
| | Baut M10 | 15,92 N/mm ² | 386 N/mm ² |
| | Tegangan pada penampang rangka pendukung | | |
| | Tegangan bantalan baut M8 | 19,53 N/mm ² | 163 N/mm ² |
| | Tegangan bantalan baut M10 | 15,62 N/mm ² | 163 N/mm ² |
| | Tegangan geser penampang rangka | 7,62 N/mm ² | 163 N/mm ² |
| | Tegangan geser penampang rangka dengan baut pengikat M8 | 4,59 N/mm ² | 163 N/mm ² |
| | Tegangan geser penampang rangka dengan baut pengikat M10 | 4,88 N/mm ² | 163 N/mm ² |
| 4. | Tegangan geser pada <i>shaft</i> ban | 1,55 N/mm ² | 215 N/mm ² |

Sumber: Hasil Keseluruhan Perhitungan Manual Kekuatan Material

2. Faktor Keamanan dari Tegangan Kekuatan Material

Hasil perhitungan manual faktor keamanan dari tegangan kekuatan material dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Manual Faktor Keamanan

| No | Kekuatan Material Komponen | Faktor Keamanan |
|----|---|-----------------|
| 1. | Tegangan material pada mata pisau | |
| | 1. Tegangan Normal (σ) | 1.150 |
| | 2. Tegangan geser (τ) | 3.297 |
| 2. | Tegangan material pada suspensi | |
| | Tegangan geser tekan kawat pegas | 19 |
| 3. | Tegangan material pada baut pengikat dan rangka pendukung | |
| | Tegangan bengkok baut pengikat | |
| | Baut M8 | 4 |
| | Baut M10 | 5 |
| | Tegangan geser baut | |
| | Baut M8 | 16 |
| | Baut M10 | 24 |
| | Tegangan pada penampang rangka pendukung | |
| | Tegangan bantalan baut M8 | 8 |
| | Tegangan bantalan baut M10 | 10 |
| | Tegangan geser penampang rangka pendukung | 22 |
| 4. | Tegangan geser pada poros ban | 139 |

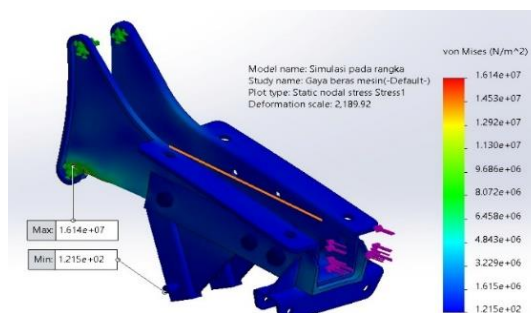
Sumber: Hasil Keseluruhan Perhitungan Manual Faktor Keamanan pada Kekuatan Material

3.2 Tahapan Perwujudan

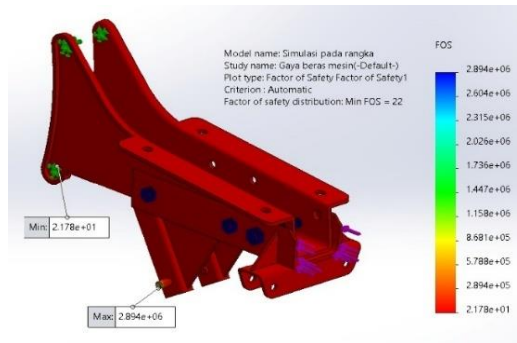
Hasil yang dilakukan dalam tahapan perwujudan dalam proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

3.2.1 Hasil Analisis *FEA*

Salah satu hasil analisis *FEA* (*Fenite Element Analisis*) yang dilakukan melalui *software solidworks* yaitu tegangan normal dan faktor keamanan pada penampang rangka pendukung roda pendorong sistem suspensi dengan diuji melalui pemberian gaya traksi sebesar 1.250.380 N. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4 untuk tegangan normalnya dan Gambar 5 untuk faktor keamanannya.



Gambar 4. Analisis *FEA* pada Tegangan Geser Penampang Rangka Pendukung



Gambar 5. Analisis *FEA* pada Faktor Keamanan Tegangan Geser Penampang Rangka Pendukung

3.2.2 Hasil Perbandingan Mesin

Hasil perbandingan mesin dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perbedaan dari mesin *cultivator* standar yang dapat dilihat pada Gambar 6.A dengan mesin *cultivator* yang telah dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 6.B. Perbedaan kedua mesin tersebut dipaparkan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Perbandingan Mesin

| Mesin standar | Mesin yang telah Dikembangkan |
|---|---|
| Menggunakan mata pisau bajak putar (<i>rotary</i>) bertipe J yang memiliki sudut yang tajam dengan kinerja hanya pada tanah basah dengan lebar keseluruhan area kerja mata pisau 1000 mm. | Menggunakan mata pisau bajak putar (<i>rotary</i>) bertipe C dengan kinerja penggemburan yang agresif pada permukaan tanah yang keras tanpa efek pemantulan dan lebar keseluruhan area kerja sama dengan mesin standar. |
| Penggunaan roda dorong dengan jenis roda <i>mini tractor</i> yang berada dalam satu mekanisme atau <i>shaft</i> pada mata pisau bajak putar. | Penambahan rangka pendukung pada sistem pemindah mesin, yaitu roda pendorong dengan sistem suspensi yang dapat mengoptimalkan kerja dari mata pisau dan pergerakan mesin saat pengolahan tanah. |
| Tidak memiliki penutup untuk perlindungan bagi pengguna mesin. | Penambahan penutup untuk pelindung yang tahan benturan dan dapat dilakukan pelepasan dan pemasangan. |



A



B

Gambar 6.A. Mesin *Cultivator* Standar, B. Mesin *Cultivator* yang telah Dikembangkan

4. KESIMPULAN

Rancangan mesin pengolahan tanah untuk jenis tanah podsolik merah kuning pada mesin *cultivator* telah tercapai berdasarkan daftar tuntutan produk dengan pembaruan pada mata pisau bajak putar (*rotary plow*) bertipe C melengkung, roda dorong dengan sistem suspensi dengan menggunakan pegas peredam kejut, dan penambahan penutup untuk pelindung berbahan *polyuthrane* bagi pengguna.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada Dinas Pertanian Kabupaten Bangka pada Bidang Sarana dan Prasarana yang telah membantu penulis dalam pengumpulan data pada proses wawancara terkait mesin pengolahan tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggry, A. (2021). *Buku Ajar Kekuatan Bahan: Tegangan dan Regangan*.
- Ashrafizadeh, H., Mertiny, P., & McDonald, A. (2016). Evaluation of the effect of temperature on mechanical properties and wear resistance of polyurethane elastomers. *Wear* Volumes 368–369: 26–38. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2016.08.008>
- Asl, J. H., & Singh, S. (2009). Optimization and evaluation of rotary tiller blades: Computer solution of mathematical relations. *Soil and Tillage Research*, 106(1): 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.still.2009.09.011>
- Dianisius, I., Listiawati, A., & Inpurwanto, I. (2022). PENGARUH KOMPOS SERBUK SABUT KELAPA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN CABAI RAWIT PADA TANAH PODSOLIK MERAH KUNING. *Perkebunan dan Lahan Tropika* 12(2): 59. <https://doi.org/10.26418/plt.v12i2.60050>
- Djaja, Y., & Djoko Santoso. (2014). Perencanaan Pegas Pada Shock Absorber Roda Belakang Mobil Jenis Sedan Kapasitas 1500 cc. *Jurnal Mekanikal Teknik Mesin* Vol. 10 (1):10–18.
- Hidayat, A. (2020). *Pembuatan, Penerapan, dan Pengujian Mekanisme Komponen Suspensi Depan Mobil KMLI*. Institusi Teknologi Nasional.
- Nuratika. (2021). *Uji Kinerja Alat Pengolahan Tanah Sekunder (Cultivator Quick Tipe Cakar Baja) Untuk Lahan Kering*. Universitas Hassanudin Makassar.