JURNAL PERANCANGAN, MANUFAKTUR, MATERIAL, DAN ENERGI (JURNAL PERMADI)
ISSN 1570009926
Vol. 4., No. 2, September 2022, pp. 101 – 128
https://permadi.nusaputra.ac.id/index

Analisis Efisiensi Dan Produktivitas Penerapan Sistem *Rubber track* Pada *Tractor Cultivator*

Rizky Maulana[a,1,*], Dani Mardiyana[b,], Oscar Haris[c,]

[a] PT Prosweal Indomax
[b] Teknik Mesin, Universitas Nusa Putra, Sukabumi, Indonesia
[c] Politeknik Digital Boash Indonesia
[1] rizkymaulana1308@gmail.com
* Corresponding Author

ABSTRACT

Soil cultivation is carried out by utilizing human power, utilizing animal power, and using tools such as hoes to equipment that uses machine power, one of the tools to carry out activities such as land cultivation is a tool called a *cultivator* . The *conventional cultivator* has several drawbacks when it comes to tilling the soil, namely the wheel needs to be replaced with a *rotary* then the operator holds the handle while walking behind the *cultivator* to do the tillage. The method of this research is to modify the *cultivator* with a *rubber track* design using the autodesk inventor application and efficiency analysis on the *cultivator* as well as calculating the comparison between hoes, *conventional cultivator* s and also modified *cultivator* s by comparing the time needed to cultivate the land with a land area of 1 Ha. The results on the *rubber track* system are more efficient and more productive because the time required for tillage with a land area of 1 ha only takes 8.47 hours while the hoe takes 167.33 hours and *conventional cultivator* takes 9.09 hours. .

KEYWORDS
Cultivator
Rubber track
Efficiency
Productivity

ABSTRAK

Pengolahan tanah dilakukan dengan memanfaatkan tenaga manusia, memanfaatkan tenaga hewan, serta penggunaan alat seperti cangkul sampai peralatan yang menggunakan tenaga mesin, salah satu alat untuk melakukan kegiatan seperti pengolahan tanah tersebut yakni alat yang bernama *cultivator* . Pada *cultivator conventional* memiliki beberapa kekurangan ketika akan melakukan pengolahan tanah yakni roda perlu di ganti dengan *rotary* kemudian operator memegang handle sekaligus berjalan dibelakang *cultivator* untuk melakukan pengolahan tanah. Metode penelitian ini adalah dengan memodifikasi *cultivator* dengan desain *rubber track* menggunakan aplikasi autodesk inventor dan analisis efisiensi pada *cultivator* serta perhitungan perbandingan antara cangkul, *cultivator conventional* dan juga *cultivator* modifikasi dengan membandingkan waktu yang dibutuhkan untuk mengolah tanah dengan luas tanah 1 Ha. Hasil yang didapat pada *cultivator* sistem *rubber track* lebih efisien dan lebih produktif karena waktu yang dibutuhkan untuk pengolahan tanah dengan luas tanah 1 Ha hanya membutuhkan waktu 8,47 jam sedangkan cangkul membutuhkan waktu 167,33 jam serta *cultivator conventional* yang membutuhkan waktu 9,09 jam.

KEYWORDS
Cultivator
Rubber track
Efisiensi
Produktivitas

This is an open-access article under the CC–BY-SA license

1. Pendahuluan

Alat pertanian sudah digunakan oleh masyarakat sejak lama, mulai dari alat pertanian sederhana yang terbuat dari kayu dan batu, hingga alat pertanian yang terbuat dari logam, dan dilengkapi dengan tenaga motor bensin, motor diesel, atau pun motor listrik guna memberikan manfaat terhadap efisiensi kerja pada budidaya tanaman. Salah satu proses yang tidak terlepas dari budidaya tanaman yaitu pengolahan tanah [1].

Pengolahan tanah dilakukan dengan memanfaatkan tenaga manusia, memanfaatkan tenaga hewan seperti bajak singkal, serta penggunaan alat seperti cangkul sampai peralatan yang menggunakan tenaga mesin seperti traktor, bajak *rotary* dan garu [2].

Salah satu alat untuk melakukan kegiatan seperti pengolahan tanah, menghancurkan gumpalan tanah, pembuatan parit serta pembuatan guludan yakni alat yang bernama *cultivator* , *cultivator* memiliki sepasang mata pisau untuk melakukan pengolahan tanah. Mata pisau pada *cultivator* disebut dengan *rotary* , *rotary* memiliki beberapa jenis dan jumlah mata pisau pada *cultivator* , yang dapat mempengaruhi hasil dari pengolahan tanah sesuai dengan kebutuhan.

Pada umumnya *cultivator* memiliki dua roda di samping kanan dan di samping kiri, yang mana ketika akan melakukan pengolahan tanah atau menghancurkan gumpalan tanah maka roda akan diganti dengan menggunakan *rotary* atau mata pisau, kemudian mesin dinyalakan untuk memutar mata pisau tersebut. *Cultivator* tersebut menggerakan sebuah mata pisau untuk mengikis dan mulai menghancurkan tanah akibat dari putaran mata pisau, *cultivator* tetap dioperasikan oleh manusia dengan memegang *handle cultivator* dan operator berjalan mengikuti jalur dari *cultivator* , dan ada juga *cultivator* yang tidak perlu di ganti roda nya akan tetapi *rotary* nya terpisah, namun tetap untuk operatornya masih berjalan mengikuti arah dari *cultivator* . Metode tersebut akan menghasilkan beberapa dampak seperti operator akan mengalami kelelahan karena terus berjalan, menahan getaran pada *handle*, serta perlu menghabiskan waktu dan tenaga ketika mengganti sepasang roda dengan sepasang mata pisau ketika menggunakan *cultivator* yang *rotary* nya tidak terpisah.

Berdasarkan uraian diatas maka dilakukan analisis efisiensi mengenai penggunaan *rubber track* untuk mengganti roda dari *cultivator* agar operator mudah mengoperasikan sebuah *cultivator* untuk lahan pertanian tanpa harus berjalan mengikuti jalur dari *cultivator* , dimana dengan penggunaan *rubber track* maka operator bisa mengendarai *cultivator* .

Alat dan mesin pertanian berguna dan bertujuan untuk meningkatkan intensitas penanaman, meningkatkan efisiensi, meningkatkan produktivitas, meningkatkan mutu dan nilai tambah produk usahatani, maka dari itu alat dan mesin pertanian berperan penting terhadap peningkatan tersebut, alat dan mesin pertanian sangat diperlukan untuk proses budidaya tanaman dengan praktis dan efisien ketika memiliki lahan yang cukup luas [3].

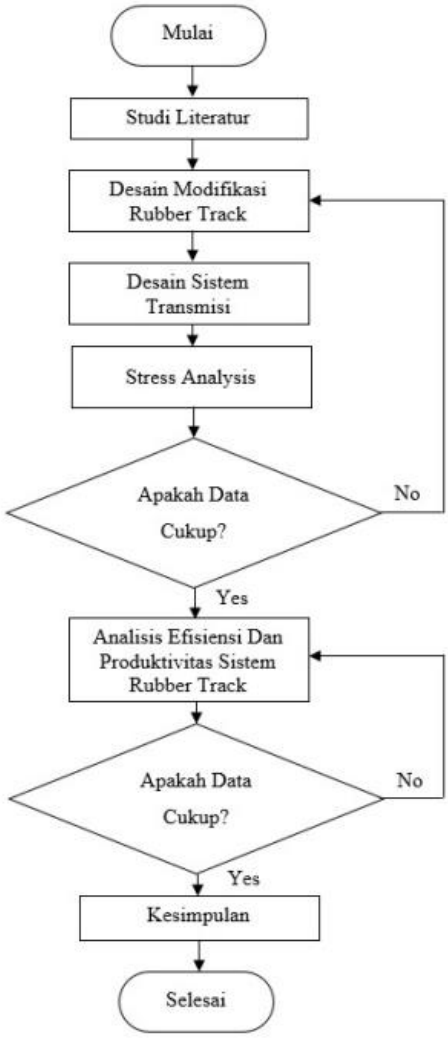
Untuk mengatasi kelangkaan tenaga kerja pertanian maka peran dari alat dan mesin pertanian sangat penting karena adanya tuntutan perkembangan teknologi serta perkembangan zaman, maka dari itu diperlukannya pengawasan dan penyediaan alat dan mesin pertanian yang efektif [4].

Ada beberapa jenis untuk melakukan pengolahan tanah sesuai dengan kegunaannya yakni untuk pengolahan tanah, memecah tanah, memanipulasi tanah dan melepaskan peningkatan nutrisi tanah untuk pertumbuhan tanaman, salah satu mesin untuk melakukan kegiatan tersebut adalah *cultivator* [5].

2. Metode Penelitian

2.1. Tahapan Penelitian

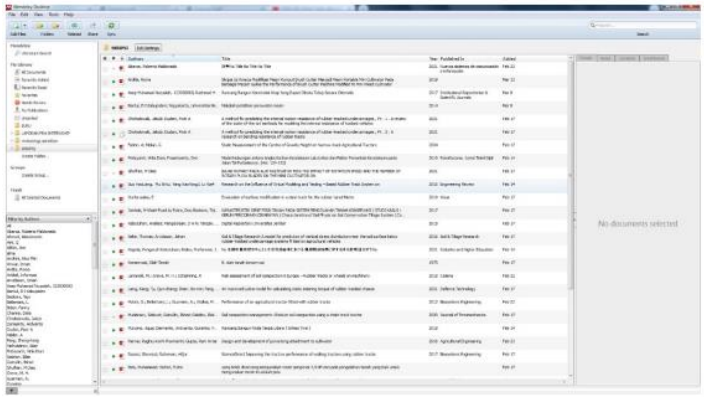
Berikut ini merupakan alur penelitian yang diawali dengan studi literatur sampai dengan kesimpulan sehingga dapat mengetahui analisis efisiensi dari penerapan sistem *rubber track* pada *tractor cultivator* .



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.2. Studi Literatur

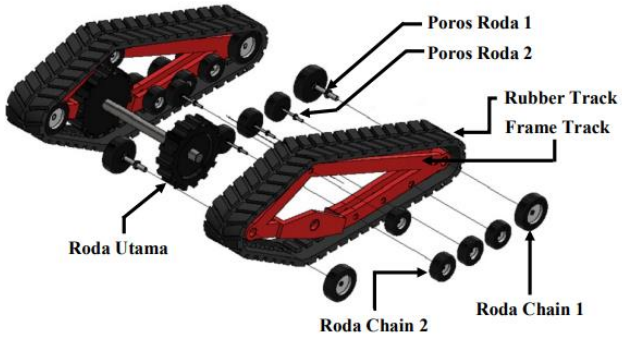
Tahapan ini dilakukan dengan cara mengumpulkan beberapa referensi sehingga bisa menunjang penyelesaian penelitian ini, studi literatur dapat diperoleh dari berbagai sumber seperti, tugas akhir, buku, jurnal dan internet. Penelitian ini banyak mengambil referensi di sciencedirect, scholar, academia edu. Jurnal yang telah didapat yang berhubungan dengan pembahasan penelitian maka dikumpulkan dalam aplikasi mendeley.



Gambar 2. Kumpulan Referensi Pada Mendeley

2.3. Desain Modifikasi *Rubber track*

Desain modifikasi *rubber track* adalah sebuah proses pembentukan gambar dengan menggunakan *software* desain autodesk inventor dalam bentuk 2 dimensi dan 3 dimensi yang dilengkapi dengan nama-nama komponen nya. Pada desain modifikasi *rubber track* ini akan merencanakan sebuah sistem pergerakan *tractor cultivator* dengan menggunakan *rubber track* yang nantinya mampu berjalan di berbagai medan lintasan sehingga akan meningkatkan efisiensi dan produktivitas pada pengolahan lahan pertanian sebelum melakukan proses penanaman. Berikut ini adalah desain dari modifikasi *rubber track* pada *tractor cultivator* :



Gambar 3. Desain Modifikasi *Rubber track*

2.4. Desain Sistem Transmisi

Pada desain sistem transmisi ini akan menggerakan *rubber track* dan *rotary* dari sumber *output* motor bakar yang digerakan dengan sistem belt.

Gambar 4. Desain Sistem Transmisi

2.5. *Stress Analysis*

Stress analysis di sini untuk mengetahui seberapa kuat material ketika melakukan kegiatan pengolahan tanah, stress analysis tersebut dilakukan dengan sebuah simulasi pada aplikasi autodesk inventor.

2.6. Analisis Efisiensi Dan Produktivitas Sistem *Rubber track*

Pada tahapan analisis efisiensi sistem *rubber track* ini merencanakan rencana untuk bisa mendapatkan nilai, tingkat efisiensi dan produktivitas dengan membandingkan penggunaan *rubber track*, tanpa *rubber track* dan menggunakan cangkul.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Desain Modifikasi *Rubber track*

Pada desain modifikasi *rubber track* ini mengubah sistem pergerakan *tractor cultivator* dengan menggunakan *rubber track* yang nantinya mampu berjalan di berbagai medan lintasan sehingga akan meningkatkan efisiensi dan produktivitas pada pengolahan lahan pertanian sebelum melakukan proses penanaman, memodifikasi sebuah *cultivator* dengan menggunakan sistem *rubber track* ini dilakukan dengan membandingkan ketika melakukan pengolahan tanah menggunakan cangkul, *cultivator conventional*, kemudian *cultivator* dengan sistem *rubber track* untuk menemukan sisi dari efisiensi dan juga produktivitas ketika *cultivator* dimodifikasi menggunakan sistem *rubber track*.

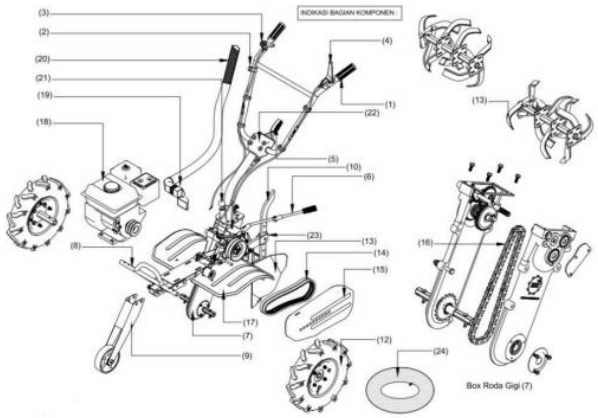
3.1.1. Desain *Cultivator Conventional*

Desain *cultivator conventional* yang diambil yakni dari *cultivator* jenis MBI TLC 700 yang diproduksi oleh Mitra Balai Industri dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 1. Spesifikasi *Cultivator Conventional*

No	Spesifikasi	
1	Motor Penggerak	Honda GX 200
2	Sistem Penyalaan	Tali tarik
3	Daya Maksimum	4,80 Kw/3600 rpm (6.5 HP/3600 rpm)
4	Volume Silinder	196 ml
5	Kapasitas Tanki Bahan Bakar	3,1 liter
6	Kapasitas pelumas	0,6 liter
7	Sistem transmisi	Roda gigi
8	Kopling utama	Sabuk dan pulley
9	Jumlah kecepatan	2 maju, 1 mundur

Berikut ini adalah desain *cultivator conventional* dalam bentuk dua dimensi dari MBI TLC 700 :



Gambar 5. Desain *Cultivator Conventional* [6]

Tabel 2. Kompenen *Cultivator Conventional* [6]

Komponen-Komponen *Cultivator MBI TLC 700*			
1	Stang kendali	13	Pisau *rotary*
2	Stop/Kontak	14	V-belt
3	Setelan Gas	15	Tutup Pengaman V-belt
4	On/Off	16	Rantai
5	Setelan Tinggi/Rendah Stang	17	Spark board
6	Pengaturan Posisi Gigi	18	Mesin penggerak
7	Box Roda Gigi	19	Filter
8	Rangka Pengaman	20	Selang filter
9	Roda Besi Penyangga	21	Pen putar stang
10	Tiang Bajak	22	Frame no serie
11	Bajang Singkal	23	Koneksi tiang bajak
12	Roda Transportasi	24	Ban dalam

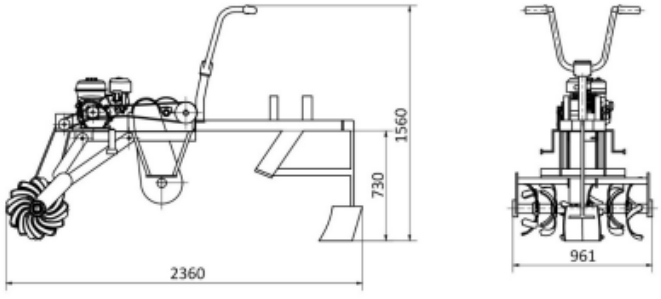
3.2. Desain Modifikasi *Cultivator*

Desain ini lebih menitik beratkan desain sistem kemudi menggunakan sistem pergerakan *rubber track*, sistem transmisi, sistem *rotary* , sistem-sistem tersebut didesain dengan gambar dua dimensi dan tiga dimensi, maksud dari modifikasi disini yakni merubah bentuk sebuah *cultivator* dari yang sebelumnya menggunakan roda kemudian diubah dengan menggunakan sistem *rubber track* dan juga mengubah sistem transmisi serta sistem kemudinya, akan tetapi tetap dengan fungsi yang sama yakni untuk melakukan pengolahan tanah.

3.2.1. Modifikasi *Cultivator*

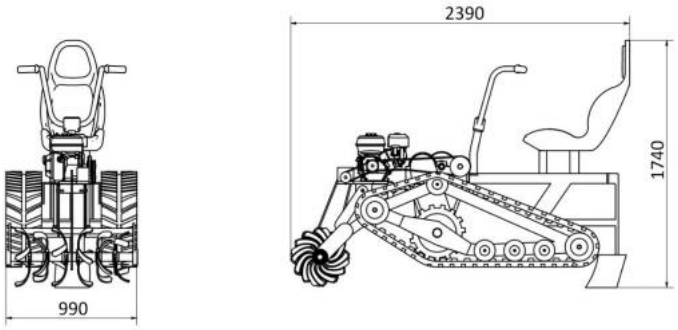
Modifikasi *cultivator* ini adalah sebuah perubahan terhadap *cultivator conventional*, yang dimana *cultivator conventional* ini pada umumnya memiliki dua roda untuk melintasi jalan umum dan dikemudikan dengan cara berjalan dan memegang stang *cultivator* , kemudian ketika akan melakukan pengolahan tanah maka roda akan diganti dengan menggunakan *rotary* , pada modifikasi *cultivator* ini yakni dengan mengubah posisi dari *rotary* yang sebelumnya berada pada posisi roda dirubah posisinya berada di depan, dan untuk roda *cultivator conventional* dirubah dengan menggunakan sistem *rubber track*, untuk menggerakan *rotary* serta *rubber track* maka sistem transmisi di desain agar dapat menggerakan *rubber track* dan *rotary* dari sumber output motor bakar yang digerakan dengan sistem belt.

Berikut ini adalah desain dua dimensi sebelum diterapkan *rubber track*.



Gambar 6. Desain Dua Dimensi Sebelum Diterapkan *Rubber track*

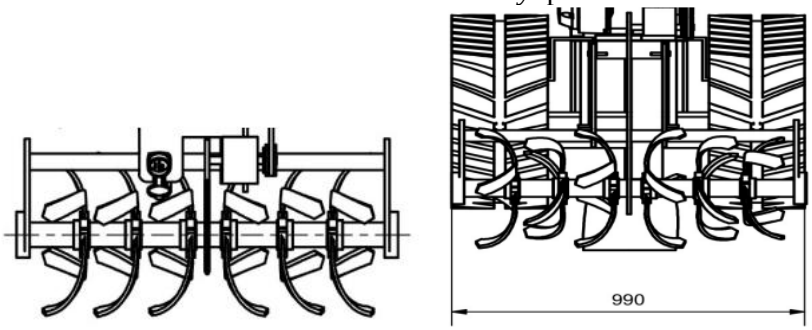
Berikut ini adalah gambar dua dimensi setelah diterapkan sistem *rubber track* dan sistem kemudi pada *cultivator* :



Gambar 7. Desain Dua Dimensi Setelah Diterapkan *Rubber track*

3.2.2. Modifikasi *Rotary*

Modifikasi *rotary* yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan dengan mengubah posisi *rotary* dari yang sebelumnya berada di bagian tengah tegak lurus terhadap engine, dimana pada posisi ini terdapat roda karet yang bisa membawa *cultivator* pada kondisi jalan umum, namun ketika akan digunakan untuk mengolah tanah maka roda karet tersebut diganti oleh *rotary* , dirubah atau dimodifikasi penempatannya di bagian depan *cultivator* tersebut, hal ini dimaksudkan salah satunya agar tercapai tingkat efisiensi dan produktivitas pengolahan tanah pada saat diposisikan mengolah tanah, namun ketika tidak diposisikan mengolah tanah maka *rotary* tersebut akan disetting posisinya menjauh dari tanah dengan cara mengendorkan setelan baut, sehingga *cultivator* ini bisa berjalan pada kondisi jalan umum. Berikut ini adalah desain dua dimensi dari sistem *rotary* pada *cultivator* .

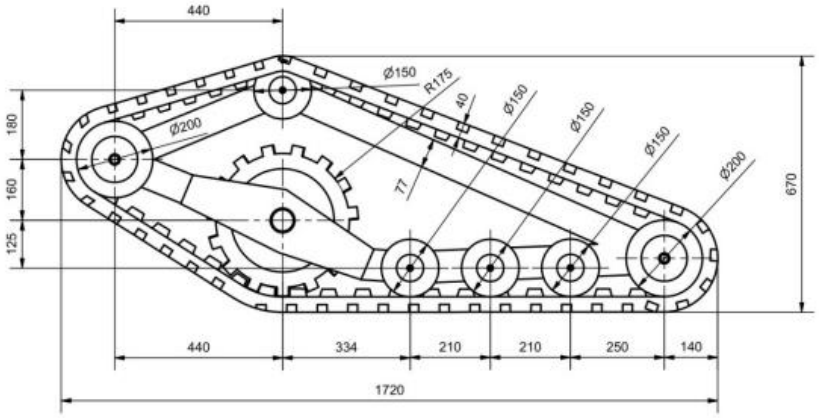


Gambar 8. Desain Dua Dimensi Sistem *Rotary*

3.2.3. Modifikasi *Rubber track*

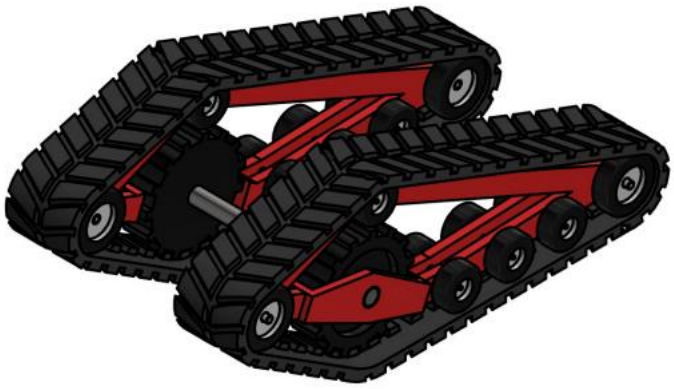
Modifikasi *rubber track* yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan dengan merubah roda dengan menggunakan sistem *rubber track* untuk melewati medan lintasan jalan umum maupun ketika melakukan pengolahan tanah, dari yang sebelumnya pada *cultivator conventional* yakni menggunakan roda karet biasa yang hanya bisa melintasi jalan umum dan roda tersebut diganti dengan *rotary* agar bisa melakukan pengolahan tanah, kelebihan dari modifikasi *cultivator conventional* dengan menggunakan sistem *rubber track* ini agar mempermudah operator alat pertanian dan mengurangi keluarnya tenaga karena dengan sistem *rubber track* ini maka operator tidak perlu mengikuti *cultivator* dengan cara berjalan di belakangnya ketika melakukan pengolahan tanah bahkan ketika di jalanan umum, hal ini dimaksudkan salah satunya agar tercapai tingkat efisiensi dan produktivitas pengolahan tanah, berdasarkan modifikasi tersebut maka di bawah ini adalah penjelasan detail dari part-part sistem *rubber track*.

Berikut ini adalah desain dua dimensi dari sistem *rubber track* :



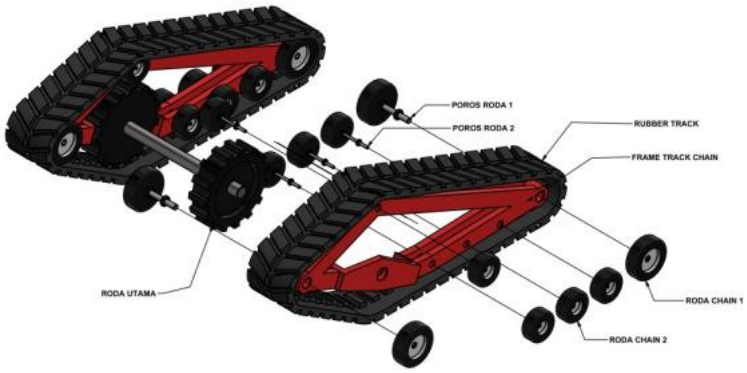
Gambar 9. Desain Dua Dimensi Sistem *Rubber track*

Berikut ini adalah desain tiga dimensi dari sistem *rubber track* :



Gambar 10. Desain Tiga Dimensi Sistem *Rubber track*

berdasarkan modifikasi tersebut maka di bawah ini adalah penjelasan detail dari part-part sistem *rubber track.*



Gambar 11. Desain *Rubber track* Beserta Part

a) Roda Utama

Roda utama berfungsi untuk menyalurkan tenaga agar *track* bisa bergerak maju ataupun mundur dan meneruskan tenaga gerak, roda utama ini adalah sebuah penggerak utama untuk menggerakan *rubber track* agar bisa melaju, roda utama ini juga yang terhubung kepada sistem transmisi pada engine.

Gambar 12. Roda Utama

b) Roda *Chain* 1

Roda *chain* 1 berfungsi sebagai alat bantu untuk mengendorkan ataupun menegangkan *track* dan juga berfungsi untuk penerima kejutan dari sisi bagian depan dan belakang *track* frame.

Gambar 13. Roda *Chain* 1

c) Roda *Chain* 2

Roda *chain* 2 terletak di bawah dan di atas *track* frame, banyaknya jumlah roda *chain* 2 yakni 4 buah yang posisinya 3 di bawah dan 1 di atas, berukuran kecil yang terletak di bawah dan di atas *track* frame, untuk yang posisi di atas berguna untuk menopang *track* agar tidak terjadinya lengkungan pada *track* bagian atas ketika *track* sedang berjalan maupun ketika keadaan diam, dan untuk yang posisi di bawah saling merapat untuk memberikan tekanan yang rata pada *track*.

Gambar 14. Roda *Chain* 2

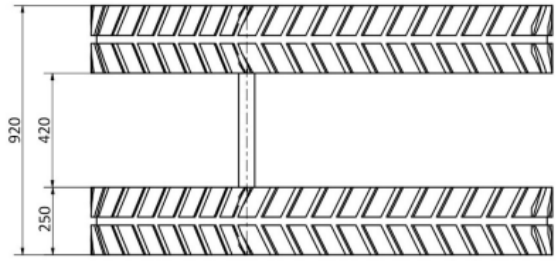
d) *Frame Track*

Frame *track* adalah tempat untuk komponen-komponen dari *track* yang dimana komponen-komponen tersebut adalah roda utama, roda *chain* 1, roda *chain* 2 serta *rubber track*. Frame *track* adalah sebuah wadah atau tempat untuk komponen komponen tersebut kemudian komponen tersebut dipasang pada posisi yang sudah ditentukan agar bisa bergerak dan saling berhubungan.

Gambar 15. *Frame Track*

e) *Rubber track*

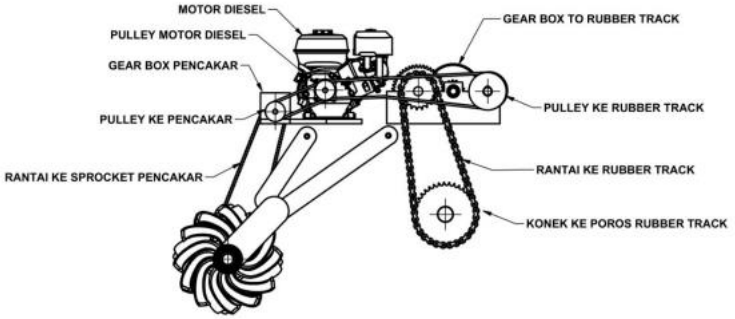
Rubber track ini adalah pengganti roda pada *cultivator conventional*, *track* ini adalah sebuah lintasan berbentuk karet, *rubber track* ini digunakan untuk mengatasi medan atau lintasan jalan umum dan juga pada tempat pengolahan tanah, dengan memiliki radius putar yang lebih kecil maka *rubber track* ini dapat beradaptasi ketika menghadapi medan yang sulit. Dengan lebih sedikit tekanan ke tanah dan lebih banyak area kontak pada tanah maka *rubber track* ini memiliki keunggulan yang jelas dibandingkan dengan roda biasa.



Gambar 16. *Rubber track*

3.2.4. Sistem Transmisi

Sistem transmisi ini didesain agar dapat menggerakan *rubber track* dan juga *rotary* dengan gear box yang mampu menggerakan *rotary* serta *rubber track* dengan satu mesin penggerak, dari pergerakan engine terdapat pulley dan juga belt yang mengarah kepada gearbox *rotary* kemudian dari gearbox tersebut diarahkan ke *rotary* dengan menggunakan rantai sehingga *rotary* dapat bergerak, begitu pula untuk menggerakan *rubber track* terdapat sebuah pulley dan belt dari engine agar dapat menggerakan gear box yang mengarah ke *rubber track* dengan menggunakan rantai ke roda utama sebagai penggerak *rubber track*. Berikut adalah gambar dua dimensi dari sistem transmisi.



Gambar 17. Sistem Transmisi

3.3. Hasil Pengujian Simulasi Sistem *Rubber track*

Pada hasil simulasi sistem *rubber track* ini menentukan hasil dari sebuah tekanan pada *rubber track* serta *rotary* yang dimana hasil dari pengujian analisis ini menggunakan sebuah aplikasi autodesk inventor, dengan melakukan pengujian simulasi ini maka dapat diketahui hasil dari sebuah tekanan sehingga bisa melihat seberapa kuat bahan yang digunakan pada *rubber track* serta *rotary* , dilakukannya sebuah analisis pengujian simulasi sistem *rubber track* ini yakni agar bisa mengetahui seberapa kuat *rotary* ketika melakukan pengolahan tanah, yang dimana menghitung sebuah kekerasan tanah serta kekuatan bahan agar berada pada titik aman, perhitungan yang dilakukan yakni menentukan sebuah tekanan pada *rotary* karena bentuk kekerasan tanah, kekerasan tanah memiliki hasil angka yang berbeda pada kondisi yang berbeda pula.

3.3.1. Hasil Pengujian Simulasi

Hasil pengujian simulasi ini untuk mengetahui hasil dari sebuah tekanan pada material, sehingga ketika material mendapatkan tekanan tidak sampai berlebihan sehingga menyebabkan patah pada material tersebut.

Ada beberapa yang dibahas pada pengujian simulasi ini yakni, *von mises stress, yield strength, displacement* dan *juga safety factor.*

a) Von Mises Stress

Von mises stress adalah sebuah hasil elastisitas material setelah mendapatkan tekanan.

b) Yield Strength

Yield strength adalah batas elastisitas material yang dimana ketika elastisitas material melebihi kapasitas maka akan menyebabkan patah.

c) Displacement

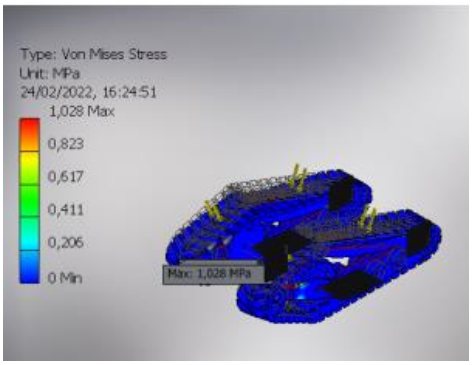
Displacement adalah regangan material atau perubahan bentuk dari sebuah material ketika mendapatkan tekanan.

d) Safety Factor

Safety factor adalah batasan angka untuk sebuah material, batasan angka yang ditentukan pada material tidak disarankan dibawah 6 ul.

1. Hasil Pengujian Simulasi *Rubber track*

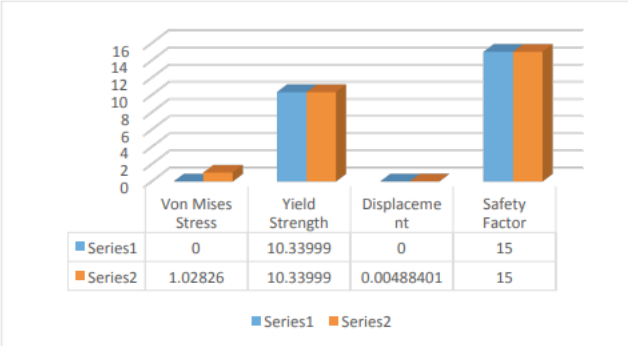
Von Mises Stress



Gambar 18. Pengujian Simulasi *Rubber track*

Tabel 3. Pengujian Simulasi *Rubber track*

Nama	Minimum	Maksimum
Von Mises Stress	0 Mpa	1,02826 Mpa
Yield Strength	-	1499,69 Psi / 10,33999 Mpa
Displacement	0 mm	0,00488401 mm
Safety Factor	15 ul	15 ul

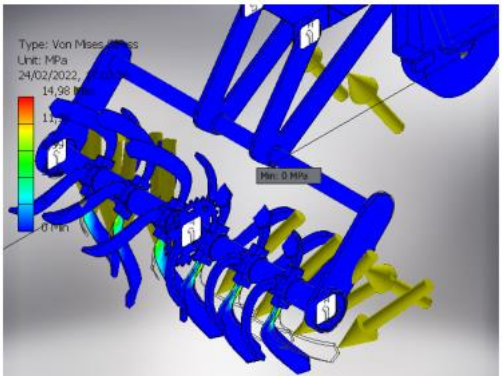


Gambar 19. Grafik Pengujian Simulasi *Rubber track*

Von mises stress memiliki angka 1,02826 Mpa yang dimana angka tersebut adalah sebuah hasil elastisitas material setelah mendapatkan tekanan, kemudian angka dari *yield strength* adalah 10,33999 Mpa, hasil dari *von mises stress* tidak boleh melebihi angka dari *yield strength* karena *yield strength* adalah sebuah kekuatan material yang dimana ketika tekanan melebihi kekuatan material maka material akan mengalami patah, kemudian ada *displacement* atau sebuah regangan setelah mendapatkan tekanan, hasil dari *displacement* ketika mendapatkan tekanan yakni 0,00488401 mm, dan juga ada *safety factor* atau batasan angka untuk sebuah material, batasan angka yang ditentukan pada material tidak disarankan dibawah 6 ul, hasil dari pengujian simulasi *rubber track* ini memiliki angka 15 ul yang berarti masih masih ada di batas aman.

2. Hasil Pengujian Simulasi *Rotary*

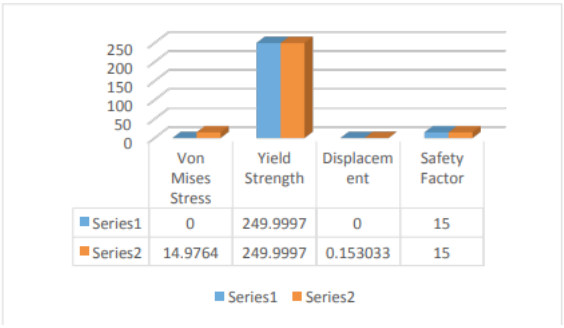
Von Mises Stress



Gambar 20. Pengujian Simulasi *Rotary*

Tabel 4. Pengujian Simulasi *Rotary*

Nama	Minimum	Maksimum
Von Mises Stress	0 Mpa	14,9764 Mpa
Yield Strength	-	36259,4 Psi / 249.9997 Mpa
Displacement	0 mm	0,153033 mm
Safety Factor	15 ul	15 ul



Gambar 21. Grafik Pengujian Simulasi *Ratory*

Von mises stress memiliki angka 14,9764 Mpa yang dimana angka tersebut adalah sebuah hasil elastisitas material setelah mendapatkan tekanan, kemudian angka dari *yield strength* adalah 249.9997 Mpa, hasil dari *von mises stress* tidak boleh melebihi angka dari *yield strength* karena *yield strength* adalah sebuah kekuatan material yang dimana ketika tekanan melebihi kekuatan material maka material akan mengalami patah, kemudian ada *displacement* atau sebuah regangan setelah mendapatkan tekanan, hasil dari *displacement* ketika mendapatkan tekanan yakni 0,153033 mm, dan juga ada *safety factor* atau batasan angka untuk sebuah material, batasan angka yang ditentukan pada material tidak disarankan dibawah 6 ul, hasil dari pengujian simulasi *rotary* ini memiliki angka 15 ul yang berarti masih ada di batas aman. Setelah ditemukan hasil yang terlampir di atas maka diperlukan data kekerasan tanah untuk melakukan pengujian simulasi terhadap *rotary* dan juga *rubber track*. Tanah yang dibahas pada pembahasan ini ada dua jenis yaitu tanah yang keras dan juga tanah yang lengket.

3.4. Hasil Pengujian Simulasi dengan Kekerasan Tanah

Hasil pengujian simulasi dengan kekerasan tanah ini dimaksud dengan melakukan pengujian simulasi *rotary* terhadap kekerasan tanah sehingga dapat diketahui hasil dari tekanan yang diperlukan *rotary* kepada tanah.

Tabel 5. Uji Kesesuaian Mini Tiller Model TLC 700 [7]

Parameter	Satuan	Hasil Uji	
		Kekerasan Tanah 0,37 kg/cm^2	Kekerasan Tanah 0,41 kg/cm^2
Kapasitas Lapangan	Ha/jam	0,11	0,10
Efisiensi	%	83,54	79,34

Untuk kekerasan tanah mengacu pada hasil test report yang dikeluarkan produsen *cultivator* .

3.5. Analisa Perbandingan Nilai Pengolahan Tanah

Perhitungan perbandingan pengolahan tanah sistem cangkul, sistem *cultivator conventional* dan sistem *cultivator* modifikasi (*rubber track*) adalah untuk menemukan nilai perbandingan produktivitas dan efisiensi dari sistem pengolahan tanah tersebut, adapun penjelasannya sebagai berikut.

3.5.1. Analisa Pengolahan Tanah Sistem Cangkul

Di dalam proses pengolahan tanah dengan sistem cangkul ada beberapa variabel nilai yang harus ditentukan agar didapat analisa efisiensi dan produktivitasnya adapun nilai nilai tersebut adalah sebagai berikut.

1. **Kualitas Lapangan Efektif.**

Berdasarkan Data hasil pengukuran kapasitas lapang dan efisiensi dapat dilihat pada Tabel. Kapasitas lapang efektif (KLE) diperoleh dari waktu efektif yang dibutuhkan untuk mengolah tanah pada luas areal tertentu, sedangkan perhitungan kapasitas lapang teoritis (KLT) diperoleh dari perkalian kecepatan maju dengan lebar pengolahan.

Tabel 6. Kapasitas Lapangan Pembajakan [8]

No	Sumber Tenaga	KLE (Ha/jam)	KLT (Ha/jam)	Efisiensi (%)
1	Cangkul	0,006	0,013	45,556
2	Kerbau	0,028	0,054	52,05
3	Traktor Roda Dua	0,119	0,134	88,804

Berdasarkan tabel 6 dapat dilihat nilai kapasitas lapangan efektif untuk proses pengolahan tanah sistem cangkul adalah sebesar 0,006 Ha/jam. Dari data tersebut maka dapat diambil nilai kapasitas lapangan efektif sebagai acuan untuk menentukan nilai kapasitas lapangan teoritis.

2. **Kualitas Lapangan Teoritis**

Untuk mengetahui nilai kapasitas lapangan teoritis (KLT) diperoleh dari perkalian kecepatan dengan lebar pengolahan dengan persamaan sebagai berikut :

$$KLT = 0{,}36\ (V \times IP)\ [9]$$

Dimana:
V = kecepatan rata-rata (m/s)
IP = lebar pengolahan rata-rata (m)
0,36 = faktor konversi (1 m^2/s = 0,36 Ha/jam)
Untuk menentukan nilai V dan IP maka diambil data pengujian berdasarkan tabel dibawah ini :

Tabel 7. Variabel Kerja Pada Pembajakan [8]

No	Variavel	Satuan	Cangkul	Kerbau	Traktor Roda Dua
1	Kedalaman Olah	m	0,100	0,110	0,160
2	Lebar Kerja	m	0,267	0,267	0,400
3	Kecepatan Kerja	m/s	0,223	0,577	0,928
4	Slip Roda Traktor	%	0	0	16,855

Sehingga:
KLT = 0,36 . (0,223×0,160)
KLT = 0,0128 ≈ 0,013 Ha/jam

3. **Efisiensi Pengolahan Tanah Sistem Cangkul**

Untuk mengetahui nilai efisiensi pengolahan tanah sistem cangkul diperoleh dengan membagi nilai kapasitas lapangan efektif (KLE) dengan kapasitas lapangan teoritis (KLT) dikali 100%, dengan persamaan sebagai berikut:

$$\mu = \frac{KLE}{KLT} \times 100\% \qquad \mu = \frac{0{,}006}{0{,}013} = 46{,}15\%$$

Sehingga efisiensi pengolahan tanah sistem cangkul nilainya adalah 46,15%.

4. Waktu Pengolahan

Untuk bisa menganalisa waktu pengolahan tanah sistem cangkul didapat berdasarkan nilai kapasitas lapangan efektif (KLE) yang dikonversi menjadi nilai pengolahan dalam setiap detiknya.

Dimana kapasitas lapangan efektif (KLE) adalah 0,006 Ha/jam

$$60\ m^2 \text{ / jam}$$

$$60\ m^2 \text{ / } 3600 \text{ s}$$

$$1 \text{ s} = \frac{1}{3600} \times 60\ m^2$$

$$1 \text{ s} = \frac{60}{3600}\ m^2$$

$$1 \text{ s} = \frac{1}{60} m^2$$

$$1 \text{ s} = 0{,}0166\ m^2$$

$$1 \text{ s} = 0{,}0166 \times 10000\ cm^2$$

$$1 \text{ s} = 166\ cm^2$$

Dalam waktu 1 detik, cangkul bisa mengolah 166 cm^2 luas tanah

5. Gaya

Untuk bisa menganalisa kebutuhan gaya yang diberikan pada proses pengolahan tanah sistem cangkul maka nilai gaya yang diberikan idealnya harus lebih besar dari nilai tekanan pada luas area yang sama sehingga berlaku persamaan sebagai berikut:

$F > P.A$

P = Tekanan

Tekanan diasumsikan sebagai nilai kekerasan tanah dalam hal ini nilai kekerasan tanah yang ditentukan adalah mengacu pada pengujian yang telah dilakukan oleh proses pengolahan tanah sistem *cultivator conventional*, yaitu sebesar :

Tabel 8. Uji Kesesuaian Mini Tiller Model TLC 700 [7]

Parameter	Satuan	Hasil Uji	
		Kekerasan Tanah 0,37 kg/cm^2	Kekerasan Tanah 0,41 kg/cm^2
Kapasitas Lapangan	Ha/jam	0,11	0,10
Efisiensi	%	83,54	79,34

Berdasarkan tabel diatas maka nilai tekanan diasumsikan sebagai nilai kekerasan tanah sebesar 0,37 *kg/cm*^{2} sedangkan nilai luas area pengolahan tanah adalah 166 *cm*^{2}.

sehingga $F > 0{,}37 \frac{kg}{cm^2} \times 166\ cm^2$

$$F > 61{,}42 \times 10 = 614{,}2\ N$$

$$F > 614{,}2\ N$$

Sehingga nilai gaya kekuatan tanah adalah 614,2 N, sedangkan untuk menentukan gaya pada kekuatan cangkul dapat dihitung dengan persamaan

P = F .V

Dimana :
V = Kecepatan Cangkul
P = Daya yang dibutuhkan
Untuk mengetahui nilai daya yang dibutuhkan pada proses pengolahan tanah sistem cangkul diperoleh besaran nilainya adalah sebesar 484,5 watt [10]
Sehingga persamaan tersebut menjadi 484,5 = F ×0,223

$$F = \frac{484,5}{0,223} = 2172,64\ N$$

$$2172,64 > 614,2$$

Dikarenakan tekanan dan gaya berbanding lurus terhadap luas permukaan yang sama maka nilai tekanan pada gaya cangkul dapat dihitung dengan persamaan :
F = P . A
F = 2172,64 N = 217,264 kg
A = 166 cm^2.

$$217,264\ \text{kg} = P\ .\ 166\ cm^2$$

$$\text{P} = \frac{217,264\ kg}{166\ cm^2}$$

$$\text{P} = 1,3088 \approx 1,31\ \text{kg}/cm^2$$

6. Daya

Untuk menentukan besaran daya yang dibutuhkan
F = P. A

$$\text{P} = 1,31\ \text{kg}/cm^2 \times 166\ cm^2 = 217,46\ \text{kg}$$

$$217,46\ \text{kg} \times 10 = 2174,6\ \text{N}$$

$$\text{P} = \text{F}\ .\ \text{V}$$

$$\text{P} = 2174,6\ \text{N} \times 0,223\ \text{m/s}$$

$$= 485\ \text{watt}$$

Daya yang dibutuhkan untuk detik kedua adalah :

$$\text{F} = \text{P}\ .\ \text{A}$$

$$\text{P} = 1,31\ \text{kg}/cm^2 \times 332\ cm^2$$

$$= 435\ \text{kg} \times 10 = 4350\ \text{N}$$

$$\text{P} = \text{F}\ .\ \text{V}$$

$$\text{P} = 4350\ \text{N} \times 0,223\ \text{m/s}$$

$$= 970\ \text{watt}$$

Daya yang dibutuhkan untuk detik ketiga adalah :

F = P . A

P = 1,31 kg/cm^2 × 664 cm^2

= 870 kg ×10 = 8700 N

P = F . V

P = 8700 N ×0,223 m/s

= 1940 watt

Daya yang dibutuhkan untuk luas 1 Ha :

Untuk 1 Ha = 10000 m^2 = 100.000.000 cm^2

F = P .A

$$F = 1{,}31 \text{ kg}/cm^2 \times 10\ N \times 166\ cm^2 \times \frac{100.000.000 cm^2}{166 cm^2}$$

= 1.310.000.000 N

P = F . V

P = 1.310.000.000 N ×0,223 m/s

= 292.130.000 watt

Sehingga daya yang dibutuhkan untuk mencangkul luas tanah 1 Ha adalah 292.130.000 watt.

7. Waktu yang Dibutuhkan

Waktu yang dibutuhkan untuk mencangkul tanah seluas 1 Ha adalah :

1 detik = 166 cm^2 sehingga $\frac{100.000.000 cm^2}{166 cm^2} \times 1 = 602.409{,}639$ s

$$\frac{602.409{,}639}{3600} = 167{,}33\ jam$$

$$\frac{167{,}33 jam}{24 jam} = 6{,}97 \approx 7\ hari$$

Untuk mencangkul dengan luas tanah 1 Ha membutuhkan waktu 7 hari/orang.

8. Energi

Untuk menentukan energi yang dibutuhkan dapat dihitung dengan persamaan :

W = P . t

P = Daya

t = Waktu (sekon)

P = 484,5 watt

t = 1 sekon

W = P . t

W = 484,5 . 1

W = 484,5 joule

t = 2 sekon

W = P . t

W = 484,5 . 2

W = 96.9 *joule*

A = 100.000.000 cm^2 (1 Ha)
t = waktu = 602.409,639 sekon
W = P . t
W = 484,5 . 602.409,639
W = 291.867.470 *joule*

3.5.2. Analisa Pengolahan Tanah Sistem *Cultivator Conventional*

1. Kapasitas Lapangan Efektif.

Tabel 9. Uji Unjuk Kerja Lapang *Cultivator* Di Lahan Kering [7]

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	SNI (Kelas B)
1	Jenis Implemen	-	-	-
2	*Rotary* 24 Blade	-	-	-
3	Lebar Kerja Teoritis	mm	950	-
4	Posisi Gigi Porsneling	-	2	-
5	Putaran Motor Penggerak	Rpm	3584	≤ 3600
6	Kapasitas Lapang Efektif	Ha/Jam	0,11	≥ 0,10
7	Lebar Kerja Rata - Rata	mm	934,3	-
8	Kedalaman Kerja	mm	113,2	≥ 110
9	Kecepatan Kerja	Km/jam	1,38	≥ 1,2
10	Efisiensi Lapangan	%	84,52	≥ 60
11	Pemakaian BBM	Lt/jam	1,56	≥ 1,75

Data hasil pengukuran kapasitas lapang efisiensi (KLE) dan beberapa parameter lainnya dapat dilihat pada tabel 4.9, data tersebut diambil berdasarkan hasil uji lapangan yang dilakukan oleh salah satu produsen *cultivator* . Kapasitas lapang efektif (KLE) diperoleh nilainya sebesar 0,11 Ha/jam, hal ini dijadikan acuan untuk menentukan perhitungan analisa pengolahan tanah sistem *cultivator conventional*.

2. Kapasitas Lapangan Teoritis.

Untuk mengetahui nilai kapasitas lapangan teoritis (KLT) diperoleh berdasarkan rumus efisiensi yaitu:

$$\mu = efisiensi\ (\%)$$

$$\mu = \frac{KLE}{KLT} \times 100\%$$

$$\mu = 84{,}52\%\ \text{(sumber data)}$$

$$84{,}52\% = \frac{0{,}11}{KLT} \times 100\%$$

$$\frac{84{,}52}{100} = \frac{0{,}11}{KLT}$$

$$0{,}8452 = \frac{0{,}11}{KLT}$$

$$\text{KLT} = \frac{0{,}11}{0{,}8452} = 0{,}13\ \text{Ha/jam}$$

3. Efisiensi Pengolahan Tanah Sistem Culttivator *Conventional*

Untuk mengetahui nilai efisiensi pengolahan tanah sistem *cultivator conventional* didapat dari hasil test uji unjuk kerja lapang *cultivator* di lahan kering dengan nilai besaran 84,52% [7].

4. Waktu Pengolahan

Untuk bisa menganalisa waktu pengolahan tanah sistem *cultivator conventional* didapat berdasarkan nilai kapasitas lapangan efektif (KLE) yang dikonversi menjadi nilai pengolahan dalam setiap detiknya. Dimana kapasitas lapangan efektif (KLE) adalah 0,11 Ha/jam.

$1100\ m^2 / 3600$ sekon

$1\ \text{s} = \frac{1}{3600} \times 1100\ m^2$

$1\ \text{s} = \frac{1100}{3600}\ m^2$

$1\ \text{s} = 0{,}3055\ m^2$

$1\ \text{s} = 0{,}3055\ m^2 = 0{,}3055 \times 10000\ cm^2$

$1\ \text{s} = 3055\ cm^2$

Dalam waktu 1 detik atau 1 sekon pengolahan tanah sistem *cultivator conventional* bisa mengolah tanah seluas 3055 cm^2

5. Gaya

Untuk bisa menganalisa kebutuhan gaya yang diberikan pada proses pengolahan tanah sistem cangkul maka nilai gaya yang diberikan idealnya harus lebih besar dari nilai tekanan pada luas area yang sama sehingga berlaku persamaan sebagai berikut:

a) Gaya Kekuatan Tanah

F > P . A

$F > 0{,}37 \frac{kg}{cm^2} . 3055\ cm^2$

$F > 1130{,}35 \times 10$

$F > 11303{,}5\ N$

Gaya kekuatan tanah yang didapat adalah sebesar 11303,5 N, untuk mengetahui besaran gaya *rotary cultivator conventional* maka harus diketahui terlebih dahulu kecepatan rata-ratanya berdasarkan persamaan di bawah ini:

KLT = 0,36 . (V x IP)
IP = Lebar pengolahan rata-rata (m)
IP = 934,3 mm = 0,9343 m
KLT = 0,13 Ha/jam
V = kecepatan rata-rata kerja m/s

0,13 = 0,36 . (V×IP)
0,13 = 0,36 (V×0,9343)

$\frac{0{,}13}{0{,}36} = (V \times 0{,}9343)$

$0{,}361 = (V \times 0{,}9343)$

$V = \frac{0{,}361}{0{,}9343} = 0{,}386$ m/s = 1,38 km/jam

Berdasarkan data spesifikasi *cultivator conventional* maka daya yang dibutuhkan adalah sebesar 4,80 Kw/4800 watt.

b) Gaya Kekuatan *Rotary Vultivator Conventional*

P = F . V

4800 = F . 0,386

$F = \frac{4800}{0,386} = 12435,23$ N

F = 12435,23 N

A = Luas 3055 cm^2

t = 1 sekon

$F > 11303,5\ N$

$12435,23\ N > 11303,5\ N$

Dikarenakan tekanan dan gaya berbanding lurus terhadap luas permukaan yang sama maka nilai tekanan pada gaya cangkul dapat dihitung dengan persamaan :

F = P . A

1243,523 kg = P . 3055 cm^2

$P = \frac{1243,523kg}{3055cm^2}$

P = 0,407 kg/cm^2

Sehingga tekanan pada tanah akibat gaya kekuatan *rotary cultivator conventional* 0,407 *kg/cm*^{2}

6. Daya

Besar daya yang didapatkan berdasarkan nilai daya pada motor bakar sebesar 4,80 Kw atau 4800 watt.

7. Waktu yang Dibutuhkan

Waktu yang dibutuhkan untuk mengolah tanah menggunakan *cultivator conventional* pada luas area 1 Ha didapat berdasarkan perhitungan di bawah ini :

1100 m^2 / 3600 s

Untuk 1 Ha (10000 m^2)

$= \frac{10000m^2}{1100m^2} \times 3600\ sekon$

= 9,09 × 3600 sekon

$= \frac{32727,27sekon}{3600} \times 1\ jam$

= 9,09 jam

Untuk mengolah tanah menggunakan sistem *cultivator conventional* pada luas area 1 Ha didapat waktu pengolahan sebesar 9,09 jam.

8. Energi

Untuk menentukan energi yang dibutuhkan dapat dihitung dengan persamaan :

W = energi (joule)

T = 32727,27 sekon

W = P . t

T = 1 sekon

P = Daya (watt)

W = 4800 . (1) = 4800 joule

Untuk (t = 2 sekon)

W = P . t
W = 4800 . (2) = 9600 joule
Untuk (t = 3 sekon)
W = P . t
W = 4800 . (3) = 14.400 joule

Dan seterusnya sampai W untuk 1 Ha

t = 32727,27 sekon
W = P . t
W = 4800 . 32727,27
W = 157.090.896 joule

9. Torsi Pada *Rotary* Sistem Pengolahan Tanah *Cultivator Conventional*

Untuk menentukan analisa nilai torsi yang dibutuhkan pada *rotary* sistem pengolahan tanah *cultivator conventional* diperoleh berdasarkan persamaan :

$$P = \tau \, . \, \omega$$

Dimana nilai ω didapat berdasarkan putaran motor penggerak

ω = 3584 Rpm

ω = 3584 putaran/menit

$\omega = \frac{3584 \times 2\pi}{60}$ rad/s

$\pi = 3{,}14$

$\omega = \frac{3584 \times 2(3{,}14)}{60}$ rad/s

ω = 375,12 rad/s

Maka nilai torsi tersebut didapat dari

$P = \tau \, . \, \omega$

P = Daya (watt)

$4800 = \tau \, . \, 375{,}12$

$$\tau = \frac{4800}{375{,}12} = 12{,}79 \; N.m = 12{,}79 \; joule$$

Sehingga dapat disimpulkan analisa pengolahan tanah sistem *cultivator conventional* dalam 1 detik atau 1 sekon bisa mengolah tanah seluas A = 3055 cm^2 dengan gaya F = 12435,23 N, dengan tekanan terhadap tanah 0,407 kg/ cm^2 dan daya sebesar 4800 watt, waktu pengolahan tanah seluas A = 1 Ha (10000 m^2) dibutuhkan waktu 9,09 jam dengan besar energi W sebesar 157.090.896 joule.

3.5.3. Pengolahan Tanah Sistem *Cultivator* Modifikasi

1. Kapasitas Lapangan Efektif

$$KLE = \left(\frac{W \cdot S}{10}\right) . \mu\ lapang$$

μ = Efisiensi lapangan (%) = 90%

S = 1,38 km/jam

W = 950 mm = 0,95 m

$$KLE = \left(\frac{0{,}95 \times 1{,}38}{10}\right) . 90\%$$

$$KLE = \left(\frac{0{,}95 \times 1{,}38}{10}\right) . 0{,}9$$

KLE = 0,118 Ha/jam

2. Kapasitas Lapangan Teoritis

Untuk mengetahui nilai kapasitas lapangan teoritis (KLT) diperoleh berdasarkan rumus efisiensi yaitu:

$$\mu \text{ lapang} = \frac{KLE}{KLT} \times 100\%$$

KLT = Kapasitas lapang teoritis (Ha/jam)

$$90\% = \frac{0{,}118}{KLT} \times 100\%$$

$$\frac{90}{100} = \frac{0{,}118}{KLT}$$

$$0{,}9 = \frac{0{,}118}{KLT} \rightarrow KLT = \frac{0{,}118}{0{,}9}$$

$$KLT = 0{,}13 \text{ Ha/jam}$$

3. Efisiensi Pengolahan Tanah SIstem *Cultivator* Modifikasi

Untuk mengetahui nilai efisiensi pengolahan tanah sistem *cultivator* modifikasi didapat berdasarkan asumsi nilai efisiensi diatas efisiensi pengolahan tanah sistem *cultivator conventional* yaitu sebesar 90%.

4. Waktu Pengolahan

Untuk bisa menganalisa waktu pengolahan tanah sistem *cultivator* modifikasi didapat berdasarkan nilai kapasitas lapangan efektif (KLE) yang dikonversi menjadi nilai pengolahan dalam setiap detiknya. Dimana kapasitas lapangan efektif (KLE) adalah 0,118 Ha/jam.

1180 m^2 / 3600 sekon

$$1 \text{ sekon} = \frac{1}{3600} \times 1180\ m^2$$

$$1 \text{ sekon} = \frac{1180}{3600}\ m^2$$

$$1 \text{ sekon} = 0{,}3277\ m^2$$

$$\text{I sekon} = 0{,}3277 \times 10000\ cm^2$$

$$1 \text{ sekon} = 3277\ cm^2$$

Dalam waktu 1 detik atau 1 sekon pengolahan tanah sistem *cultivator conventional* bisa mengolah tanah seluas 3277 cm^2.

5. Gaya

Untuk bisa menganalisa kebutuhan gaya yang diberikan pada proses pengolahan tanah sistem cangkul maka nilai gaya yang diberikan idealnya harus lebih besar dari nilai tekanan pada luas area yang sama sehingga berlaku persamaan sebagai berikut:

a) Gaya Kekuatan Tanah

$$F > P \,.\, A$$

$$F > 0{,}37\ kg/cm^2 \,.\, 3277\ cm^2$$

$$F > 1212{,}49\ kg \times 10$$

$$F > 12124{,}9\ N$$

Gaya kekuatan tanah yang didapat adalah sebesar 12124,9 *N* untuk mengetahui besaran gaya *rotary cultivator conventional* maka harus diketahui terlebih dahulu kecepatan rata-ratanya berdasarkan persamaan di bawah ini:

KLT = 0,36 . (V × IP)

IP = Lebar pengolahan rata-rata (m)
IP = 934,3 mm = 0,9343 m
V = kecepatan rata-rata kerja m/s

KLT = 0,36 . (V x IP)
0,13 = 0,36 . (V x 0,9343)
0,361 = (V x 0,9343)

$$V = \frac{0{,}361}{0{,}9343} = 0{,}386 \text{ m/s}$$

$$= 1{,}38 \text{ km/jam}$$

Berdasarkan data spesifikasi *cultivator conventional* maka daya yang dibutuhkan adalah sebesar 4,80 Kw/4800 watt

b) Gaya Kekuatan *Rotary Cultivator Conventional*

P = F . V

P = F . V
4800 = F . 0,386

$$F = \frac{4800}{0,386} = 12435,23\ N$$

$$F > 12124,9\ N$$

12435,23 N > 12124,9 N

Dikarenakan tekanan dan gaya berbanding lurus terhadap luas permukaan yang sama maka nilai tekanan pada gaya cangkul dapat dihitung dengan persamaan :

F = P . A

$$1243,523\ \text{kg} = P\ .\ 3277\ cm^2$$

$$P = \frac{1243,523}{3277 cm^2} = 0,38\ \text{kg}/cm^2$$

$$P = 0,38\ \text{kg}/cm^2$$

Sehingga tekanan pada tanah akibat gaya kekuatan *rotary cultivator conventional* 0,38 kg/cm^2

6. Daya

Besar daya yang didapatkan berdasarkan nilai daya pada motor bakar sebesar 4,80 Kw atau 4800 watt.

7. Waktu Yang Dibutuhkan

Waktu yang dibutuhkan untuk mengolah tanah menggunakan *cultivator conventional* pada luas area 1 Ha didapat berdasarkan perhitungan di bawah ini :

1180 m^2 / 3600 s

Untuk 1 Ha (10000 m^2)

$$= \frac{10000 m^2}{1180 m^2} \times 3600\ s$$

$$= 8,47 \times 3600\ s$$

$$= \frac{30492\ sekon}{3600\ sekon} \times 1 jam$$

= 8,47 jam

Untuk mengolah tanah menggunakan sistem *cultivator conventional* pada luas area 1 Ha didapat waktu pengolahan sebesar 8,47 jam.

8. Energi

Untuk menentukan energi yang dibutuhkan dapat dihitung dengan persamaan
W = energi (joule)
t = 30492 sekon
W = P . t
t = 1 sekon

P = Daya (watt)
W = 4800 . (1) = 4800 joule
Untuk (t = 2 sekon)
W = P . t
W = 4800 . (2) = 9600 joule
Untuk (t = 3 sekon)
W = P . t
W = 4800 . (3) = 14.400 joule
Dan seterusnya sampai W untuk 1 Ha

t = 30492 sekon
W = P .t
Q = 4800 . 30492 sekon
W = 146.361.600 joule

9. Torsi Pada *Rotary* Sistem Pengolahan Tanah *Cultivator* Modifikasi

Untuk menentukan analisa nilai torsi yang dibutuhkan pada *rotary* sistem pengolahan tanah *cultivator* modifikasi diperoleh berdasarkan persamaan:

$$P = \tau \,.\, \omega$$

Dimana nilai ω didapat berdasarkan putaran motor penggerak

ω = 3584 Rpm

$$\omega = 3584 \frac{putaran}{menit}$$

$$\omega = \frac{3584t \times 2\pi}{60} \text{ rad/s}$$

$$\omega = \frac{3584 \times 2.(3,14)}{60}$$

$$\omega = \frac{3584 \times 6,28}{60}$$

ω = 375,12 rad/s

P = τ . ω

τ = Torsi (N.m atau joule)

$$\tau = \frac{P}{\omega} = \frac{4800}{175,12}$$

= 12,79 N.m

= 12,79 joule

Jadi untuk mesin *conventional* dalam 1 sekon atau 1 detik bisa mengolah tanah seluas A = 3227 cm^2 dengan gaya F = 12.371,13 N tekanan terhadap tanah 0,38 kg/ cm^2 dan daya sebesar 4800 watt.
Waktu pengolahan tanah seluas A = 1 Ha (10000 m^2) dibutuhkan waktu 8,47 jam dengan besar energi W sebesar 146.361.600 joule

Tabel 10. Analisa Perbandingan

No	Parameter Analisa	Model Pengolahan Tanah		
		Cangkul	*Cultivator Conventional*	*Cultivator* Modifikasi
1	KLE (Ha/jam)	0,006	0,11	0,118
2	KLT (Ha/jam)	0,013	0,13	0,13
3	Efisiensi Pengolahan Tanah (%)	46,15	84,52	90
4	Waktu Pengolahan Tanah (cm^2)	166	3055	3277
5	Gaya (kg/cm^2)	1,31	0,407	0,38
6	Daya (watt)	292.130.000	4800	4800
7	Waktu yang dibutuhkan (jam)	167,33	9,09	8,47
8	Energi (joule)	291.867.470	157,090,869	146,361,600
9	Torsi *Rotary* (joule)	-	12,79	12,79

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian untuk modifikasi *cultivator conventional* menggunakan sistem *rubber track* maka terdapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Memodifikasi *cultivator* dengan menggunakan sistem *rubber track* dan juga *rotary* perlu dibuat sebuah desain agar dapat diketahui bagaimana bentuk dari hasil modifikasi sehingga terdapat perbedaan antara *cultivator conventional* dari MBI TLC 700 dengan *cultivator* yang dimodifikasi menggunakan sistem *rubber track*, setelah desain selesai maka dapat terlihat ketika *cultivator conventional* dari MBI TLC 700 yang belum di modifikasi sehingga *cultivator* tersebut telah diterapkan sistem *rubber track* dan *rotary* dari hasil desain yang sudah dibuat.
2. Setelah dilakukan sebuah desain maka dilakukan stress analysis pada modifikasi *cultivator* dengan finite element method, stress analysis tersebut dilakukan dengan cara pengujian simulasi menggunakan aplikasi autodesk inventor sehingga dapat diketahui seberapa kuat material ketika melakukan pengolahan tanah, dan yang diketahui hasil maksimal dari stress analysis *rubber track* tersebut adalah von mises stress 1,02826 Mpa, yield strength 10,33999 Mpa, displacement 0,00488401mm dan safety factor 15 ul. Dan untuk *rotary* adalah von mises stress 14, 9764 Mpa, yield strength 249.9997 Mpa, Displacement 0,153033 mm dan safety factor 15 ul.
3. untuk menentukan analisa perbandingan efisiensi dan produktivitas sistem *rubber track* pada tractor *cultivator* dapat diketahui dari hasil perhitungan perbandingan antara cangkul, *cultivator conventional* dan juga *cultivator* dengan sistem *rubber track*, hasil dari perhitungan tersebut terdapat hasil waktu yang telah dihitung beserta luas tanah antara cangkul, *cultivator conventional* dan juga *cultivator* dengan sistem *rubber*

track, hasil perhitungan tersebut menunjukan bahwa dari segi waktu untuk *cultivator* dengan sistem *rubber track* lebih unggul dan lebih cepat dibandingkan dengan cangkul dan juga *cultivator conventional*, hasil dari waktu yang ditempuh oleh sistem cangkul dengan luas tanah 1 Ha yakni dengan waktu 7 hari, untuk waktu yang ditempuh oleh sistem *cultivator conventional* dengan luas tanah 1 Ha yakni dengan waktu 9,09 jam, dan untuk waktu yang ditempuh oleh sistem *cultivator* modifikasi dengan luas tanah 1 Ha yakni dengan waktu 8,47 jam, maka *cultivator* dengan sistem *rubber track* lebih produktif dari segi waktu dan lebih efisien karena tidak perlu mengeluarkan tenaga lebih seperti mengeluarkan tenaga ketika mencangkul ataupun berjalan dibelakang *cultivator conventional* karena *cultivator* dengan sistem *rubber track* tinggal mengendarai ketika melakukan pengolahan tanah maupun ketika di jalan umum.

4.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, penulis dapat memberikan beberapa saran yaitu sebagai berikut: Adapun beberapa saran yang perlu diperhatikan bagi peneliti selanjutnya yang tertarik meneliti tentang sistem *rubber track* pada tractor *cultivator* adalah:

1. Peneliti selanjutnya diharapkan untuk mengkaji lebih banyak sumber maupun referensi yang terkait dengan sistem hidrolik agar sistem yang digunakan pada *rotary* lebih baik lagi ketika menggunakan sistem hidrolik otomatis dan lebih efisien lagi karena tanpa perlu menaik turunkan *rotary* secara manual.
2. Peneliti selanjutnya diharapkan lebih mempersiapkan diri dalam segala proses pengumpulan data dari berbagai dinas terkait untuk mendapatkan data yang tidak ada pada jurnal-jurnal yang terkait dengan pembahasan. Peneliti selanjutnya diharapkan dapat memiliki sikap, fisik, pemikiran serta mental yang baik ketika perlu bertanya maupun mewawancarai personal yang kompeten terhadap pembahasan yang terkait.

Referensi

[1] E. H. Ulfa, “Nurfadilah Alawiyah,” *SELL J.*, vol. 5, no. 1, p. 55, 2020.

[2] M. D. Ghufran, “BAJAK *ROTARY* PADA ALAT KULTIVATOR MINI THE IMPACT OF ROTATION SPEED AND THE NUMBER OF *ROTARY* PLOW BLADES ON THE MINI *CULTIVATOR* ON,” 2021.

[3] D. Santoso, G. Y. Rahajeng, and R. Wijaya, “Identifikasi Kebutuhan Alsintan Tanaman Pangan (Padi Dan Jagung) Di Kota Tarakan,” *J. Ilm.Inov.*, vol. 20, no. 3, pp. 7–12, 2020, doi: 10.25047/jii.v20i3.2277.

[4] R. M. Abarca, “**済無**No Title No Title No Title,” *Nuevos Sist. Comun. eInf.*, pp. 2013–2015, 2021.

[5] R. P. Parmar and R. A. Gupta, “Design and development of pulverizing attachment to *cultivator* ,” *Agric. Eng.*, vol. 41, no. 2, pp. 71–80, 2016, [Online]. Available: http://www.jageng.agrif.bg.ac.rs/files/casopis/PT_02-2016.pdf.

[6] M. B. Indonesia, “BUKU MANUAL CULTIVATOR MBI TLC 700.”Mitra Balai Indonesia.

[7] MBI, “TEST REPORT TLC 700 Honda 6,5 HP 2020 - cultivator.pdf.”Mitra

Balai Indonesia, 2020.

[8] N. Karimah, W. K. Sugandi, A. Thoriq, and A. Yusuf, "Analisis Efisiensi Kinerja pada Aktivitas Pengolahan Tanah Sawah secara Manual dan Mekanis," *J. Keteknikan Pertan. Trop. dan Biosist.*, vol. 8, no. 1, pp. 1–13, 2020, doi: 10.21776/ub.jkptb.2020.008.01.01.

[9] dan E. N. S. Suastawa, I. N., W. Hermawan, "Pengukuran Kinerja Traktor Pertanian," *Scholar*, 2000. https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=7oj4t1EAAAAJ&citation_for_view=7oj4t1EAAAAJ:2osOgNQ5qMEC (accessed Jul. 17, 2022).

[10] R. Effendi, "Studi perbandingan kebutuahan energi dua tipe cangkul pada tanah ladang datar dan miring [Skripsi].," *Fakultas Teknologi Pertanian. Bogor : Institut Pertanian Bogor.*, 1983. .