

RANCANGAN MESIN PENGOLAHAN TANAH UNTUK JENIS TANAH PODSOLIK MERAH KUNING

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan
Diploma III Politeknik Manufakturr Negeri Bangka Belitung



Diusulkan Oleh :

Muhammad Thoriq Al-Fatah

NIM : 0022248

Wahyu Pandya Wibowo

NIM : 0022259

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2025**

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL PROYEK AKHIR

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

Oleh:

Muhammad Thoriq Al-Fatah

NIM : 0022248

Wahyu Pandya Wibowo

NIM : 0022259

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

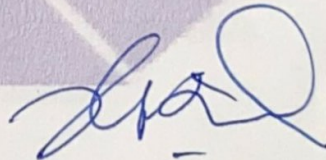
Menyetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2



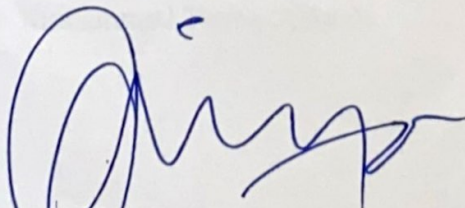
Adhe Anggry, S.S.T., M.T.



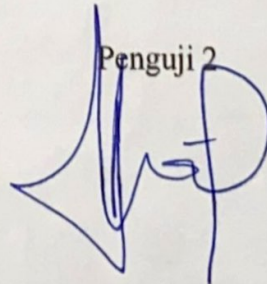
Shanty Dwi Krishnaningsih, S.S., M.Hum.

Penguji 1

Penguji 2



Sugianto, S.T., M.T.



Muhammad Haritsah Amrullah, S.S.T., M.Eng.

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa 1 : Muhammad Thoriq Alfatah NIM : 0022248

Nama Mahasiswa 2 : Wahyu Pandya Wibowo NIM : 0022259

Dengan Judul : Rancangan Mesin Pengolahan Tanah untuk Jenis Tanah Podsolik Merah Kuning

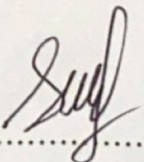
Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, Juli 2025

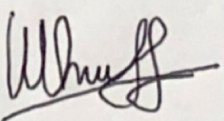
Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. Muhammad Thoriq Alfatah

(..........)

2. Wahyu Pandya Wibowo

(..........)

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 f1l 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

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur kepada Allah SWT. atas berkat dan rahmat karunia-Nya, sehingga Penulis diberikan kemudahan agar dapat menyelesaikan laporan proyek akhir ini dengan baik dan tepat waktu.

Penyusunan laporan proyek akhir merupakan salah persyaratan dan kewajiban bagi mahasiswa untuk menyelesaikan program pendidikan Diploma III di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Laporan proyek akhir ini berikan hasil selama proyek akhir berlangsung yang dilakukan oleh Penulis.

Laporan proyek akhir yang berjudul “Rancangan Mesin Pengolahan Tanah untuk Jenis Tanah Podsolik Merah Kuning” yang sangat diharapkan dapat memberikan solusi terhadap petani lokal menengah hingga kecil yang ada di Bangka Belitung dengan menggunakan mesin *cultivator* sebagai objek pengembangan.

Dalam kesempatan, Penulis menyampaikan terimah kasih dengan sebesar-besarnya kepada pihak yang berperan penting secara langsung atau tidak langsung selama proses penyelesaian tugas akhir ini. Untuk itu Penulis mengucapkan rasa terimah kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa. atas rahmat dan karunia-Nya.
2. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu mendukung pengerjaan laporan proyek akhir ini dengan bentuk dukungan secara moral, materi, serta spritual kepada Penulis.
3. Ibu Adhe Anggry, S.S.T., M.T. selaku pembimbing 1 yang telah membantu dan meluangkan banyak waktu, tenaga, serta pikiran terhadap saran dan solusi dari masalah yang Penulis hadapi untuk mengarahkan dan membimbing Penulis selama proses pengerjaan proyek akhir ini.
4. Ibu Shanty Dwi Krishnaningsih, S.S., M. Hum. selaku pembimbing 2 yang telah meluangkan waktu, tenaga, serta pikiran untuk membantu Penulis dalam menyusun laporan proyek akhir ini .

5. Bapak I Made Andik Setiawan, M. Eng., Ph. D. selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Bapak Dr. Ilham Ary Wahyudie, M.T. CIIQA. selaku Kepala Jurusan Rekayasa Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
7. Bapak Muhammad Haritsah Amrullah, S.S.T., M.Eng. selaku Koordinator Program Studi D3 Teknik Perancangan Mekanik Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
8. Semua dosen dan komisi proyek akhir yang telah memberikan bantuan.
9. Rekan kelompok penulis proyek akhir ini dan rekan mahasiswa lainnya yang telah berpartisipasi memberikan bantuan.

Penulis menyadari dalam penulisan laporan akhir proyek ini masih memiliki banyak kekurangan, baik dalam bentuk bahasa atau sistematika penulisan. Oleh karena itu, perlunya segala kritik dan saran pembaca yang bersifat membangun agar menunjang perkembangan dikemudian hari. Semoga hasil dari proyek akhir ini dapat menambah wawasan bagi rekan-rekan pembaca. Untuk perhatiannya Penulis mengucapkan terima kasih.

Sungailiat, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	HAL
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Proyek Akhir.....	3
BAB II DASAR TEORI	4
2.1 Tanah Podsolik Merah Kuning	4
2.2 Pengolahan Tanah.....	5
2.2.1 Pengertian Pengolahan Tanah	5
2.2.2 Tahapan Pengolahan Tanah.....	6
2.2.3 Alat-alat Pengolahan tanah	7
2.3 Mesin <i>Cultivator</i>	10
2.3.1 Pengertian Mesin <i>Cultivator</i>	10
2.3.2 Penggunaan Mesin <i>Cultivator</i> untuk Mengolah Lahan	11
2.3.3 Bagian-Bagian pada Mesin <i>Cultivator</i>	11
2.3.4 Sistem Transmisi <i>Cultivator</i>	12
2.3.5 Mata Pisau pada Mesin <i>Cultivator</i>	13
2.4 Sistem Suspensi	16
2.4.1 Mekanisme Suspensi.....	17
2.4.3 Komponen Pembangun Suspensi.....	18

2.5 Spakbor Pelindung.....	20
2.6 Komponen Pendukung Rancangan.....	20
2.6.1 <i>Shock Absorber</i>	20
2.6.2 <i>Rod and Bearing</i>	23
2.6.3 <i>Housing Bearing</i>	23
2.6.4 Material <i>Polyurethane</i>	24
2.7 Persamaan pada Perhitungan.....	24
2.7.1 Persamaan pada Mata Pisau.....	24
2.7.2 Persamaan pada Pegas Sistem Suspensi	27
2.7.2 Gaya Traksi pada Ban	30
2.8 Tegangan Bahan dan Faktor Keamanan	30
2.8.1 Tegangan.....	30
2.8.2 Faktor Keamanan.....	32
2.9 Finite Element Analysis (FEA) pada <i>Software Solidworks</i>	32
BAB III METODE PELAKSANAAN	34
3.1 Metode Pelaksanaan	34
3.2 Sidang Proposal	35
3.3 Pengumpulan Data.....	36
3.3 Identifikasi Masalah	36
3.4 Penyusunan Alternatif Solusi	36
3.5 Pemilihan Alternatif Solusi Terbaik	37
3.6 Perumusan Konsep dan Kriteria.....	37
3.7 Perhitungan Manual.....	37
3.8 Analisis Perhitungan pada Digital	38
3.9 Pembuatan Gambar Teknik Produk.....	38
3.10 Pembuatan Video Animasi	38
3.11 Kesimpulan dan Saran.....	38
BAB IV PEMBAHASAN.....	39
4.1 Pengumpulan Data.....	39
4.1.1 Data Observasi.....	39
4.1.2 Data Studi Literatur	44
4.1.3 Data Wawancara	45

4.2 Identifikasi Masalah	46
4.3 Penyusunan Alternatif Solusi	48
4.3.1 Alternatif Solusi Sistem Pengolahan Tanah	48
4.3.2 Alternatif Solusi Sistem Pemindah	51
4.3.3 Alternatif Penutup untuk Pelindung.....	53
4.4 Pemilihan Alternatif Solusi Terbaik	56
4.5 Perumusan Konsep dan Kriteria	58
4.5 Perhitungan Manual.....	67
4.5.1 Perhitungan Gaya pada Mata Pisau	67
2.5.2 Perhitungan Pegas pada Sistem Suspensi	70
4.5.3 Gaya dorong dan Gaya traksi.....	74
4.5.4 Perhitungan Gaya pada Rangka Pendukung.....	75
4.5.5 Perhitungan Gaya pada <i>Shaft</i> Ban	76
4.5.6 Hasil Semua Perhitungan Gaya	78
4.5.7 Tegangan Material pada Komponen	78
4.5.8 Hasil Perhitungan Kekuatan Material.....	79
4.5.9 Perhitungan Faktor Keamanan Pembebanan Material.....	80
4.6 Analisis Perhitungan pada Digital	81
4.7 Perbandingan pada Mesin Pengolahan Tanah	92
4.8 Tahapan Pembuatan Animasi Perakitan	93
4.9 Tahapan Pembuatana Animasi Gerak Mekanisme	96
BAB V KESIMPULAN.....	99
5.1 Kesimpulan.....	99
5.2 Saran	99
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

TABEL	HAL
Tabel 2.1 Hasil Pengujian Defleksi Shock Absorber	21
Tabel 2.2 Koefisien Adhesi Permukaan	30
Tabel 4.1 Data Studi Literatur	45
Tabel 4.2 Daftar Tuntutan Pengembangan	47
Tabel 4.3 Alternatif Sistem Pengolahan Tanah	48
Tabel 4.4 Alternatif Sistem Pemindah Mesin.....	51
Tabel 4.5 Alternatif Penutup untuk Pelindung	54
Tabel 4.6 Rincian Angka Penilaian Matriks.....	56
Tabel 4.7 Penilaian pada Alternatif Solusi Sistem Pengolahan Tanah	57
Tabel 4.8 Penilaian pada Alternatif Solusi Sistem Pemindah Mesin	57
Tabel 4.9 Penilaian pada Alternatif Penutup untuk Pelindung.....	58
Tabel 4.10 Kriteria Konsep Desain	63
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Manual Gaya.....	78
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Manual Kekuatan Material Komponen.....	79
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Faktor Keamanan.....	81
Tabel 4.14 Hasil Perbandingan pada Tegangan Kekuatan Meterial.....	90
Tabel 4.15 Hasil Perbandingan pada Faktor Keamanan	91
Tabel 4.16 Hasil Perbandingan Mesin Pengolahan Tanah	92

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	HAL
Gambar 1.1 Mesin Cultivator Konvensional	2
Gambar 1.2 Struktur Tanah Podsolik Merah Kuning.....	2
Gambar 2.1 Tanah Podsolik Merah Kuning.....	4
Gambar 2.2 Pengolahan Tanah sesuai Tujuannya.....	6
Gambar 2.3 Alat Pengolahan pada Permukaan Lahan	7
Gambar 2.4 Alat-Alat Konversi Tanah.....	8
Gambar 2.5 Alat Pengolahan Tanah Primer	8
Gambar 2.6 Alat Pengolahan Tanah Sekunder.....	9
Gambar 2.7 Alat Pembentuk Tanah.....	9
Gambar 2.8 Mesin <i>Cultivator</i> Pertanian	10
Gambar 2.9 Bentuk Mata Pisau Tipe L.....	13
Gambar 2.10 Bentuk Mata Pisau Tipe C Melengkung	14
Gambar 2.11 Bentuk Mata Pisau Tipe J.....	15
Gambar 2.12 Bentuk Mata Pisau Tipe <i>Axe</i>	16
Gambar 2.13 Suspensi Poros Kaku.....	17
Gambar 2.14 Suspensi Independen <i>Mc Pherson</i>	18
Gambar 2.15 Pegas Ulir	19
Gambar 2.16 Spakbor <i>Skirt</i> Mobil	20
Gambar 2.17 <i>Shock Absorber</i>	20
Gambar 2.18 Peredam Kejut Kerja Tunggal	22
Gambar 2.19 Peredam Kejut Kerja Ganda.....	22
Gambar 2.20 <i>Rod and Bearing</i>	23
Gambar 2.21 <i>Housing Bearing</i>	24
Gambar 2.22 <i>Solid Length</i> pada Pegas.....	28
Gambar 2.23 <i>Free Length</i> pada Pegas	29
Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Pelaksanaan	34
Gambar 4.1 Mesin <i>Cultivator</i> Firman FTL 900 H.....	39

Gambar 4.2 <i>Pulley & Belt</i> pada Mesin.....	40
Gambar 4.3 <i>Gearbox</i> pada Mesin	41
Gambar 4.4 <i>Tensioner Belt</i> pada Mesin.....	41
Gambar 4.5 Gas untuk Daya Motor pada Mesin.....	42
Gambar 4.6 <i>Tool Handle Setting</i> pada Mesin	42
Gambar 4.7 <i>Paddy Wheel</i> pada Mesin	43
Gambar 4.8 Mata Pisau <i>Moldboard</i> pada Mesin.....	43
Gambar 4.9 Mata Pisau <i>Rotary</i> Tipe J pada Mesin.....	44
Gambar 4.10 Ban <i>Mini Tractor</i> pada Mesin.....	44
Gambar 4.11 Konsep Desain Mata Pisau <i>Rotary</i> Tipe C	59
Gambar 4.12 Konsep Desain Sistem Roda Dorong dengan Suspensi	59
Gambar 4.13 Konsep Desain Rangka Pendukung Tampak Depan	60
Gambar 4.14 Konsep Desain Rangka Pendukung Tampak Samping	60
Gambar 4.15 Konsep Desain Penutup untuk Pelindung	61
Gambar 4.16 Luas Penampang Mata Pisau.....	68
Gambar 4.17 Diagram Benda Bebas saat Mata Pisau Bekerja	68
Gambar 4.18 Hasil Total Bobot pada Mata Pisau	69
Gambar 4.19 Total Bobot Rancangan Mesin <i>Cultivator</i>	71
Gambar 4.20 Dimensi <i>Rear Shock</i> 125	71
Gambar 4.21 Diagram Benda Bebas Gaya Dorong atau Tekan.....	74
Gambar 4.22 Diagram Benda Bebas Gaya Traksi Mesin	75
Gambar 4.23 Diagram Benda Bebas Gaya pada Rangka Pendukung.....	76
Gambar 4.24 Diagram Benda Bebas Gaya pada <i>Shaft</i> Ban	77
Gambar 4.25 Total Bobot Ban pada Mesin <i>Cultivator</i>	77
Gambar 4.26 <i>FEA</i> Tegangan Normal dan Geser Mata Pisau	82
Gambar 4.27 <i>FEA</i> Faktor Keamanan Tegangan Normal Mata Pisau	82
Gambar 4.28 <i>FEA</i> Faktor Keamanan Tegangan Geser Mata Pisau	83
Gambar 4.29 <i>FEA</i> Tegangan Bengkok Baut Rangka.....	83
Gambar 4.30 <i>FEA</i> Faktor Keamanan Tegangan Bengkok Baut.....	84
Gambar 4.31 <i>FEA</i> Tegangan Geser Baut	84
Gambar 4.32 <i>FEA</i> Faktor Keamanan Tegangan Geser Baut.....	85

Gambar 4.33 <i>FEA</i> Tegangan Bantalan Baut M8.....	85
Gambar 4.34 <i>FEA</i> Tegangan Bantalan Baut M10.....	86
Gambar 4.35 <i>FEA</i> Faktor Keamanan Tegangan Bantalan Baut M8.....	86
Gambar 4.36 <i>FEA</i> Faktor Keamanan Tegangan Bantalan Baut M10	87
Gambar 4.37 <i>FEA</i> Tegangan Geser Penampang Rangka Pendukung.....	88
Gambar 4.38 <i>FEA</i> Faktor Keamanan Tegangan Geser Rangka Pendukung.....	88
Gambar 4.39 <i>FEA</i> Tegangan Geser pada <i>Shaft</i> Ban.....	89
Gambar 4.40 <i>FEA</i> Faktor Keamanan Tegangan Geser pada <i>Shaft</i> Ban.....	89
Gambar 4.41 Mesin <i>Cultivator</i> Standar yang Digunakan.....	93
Gambar 4.42 Mesin <i>Cultivator</i> yang telah Dikembangkan	93
Gambar 4.43 Tahapan <i>Explode View</i>	94
Gambar 4.44 Tahapan <i>Motion Study</i>	95
Gambar 4.45 Tahapan <i>Rendering</i> Video Animasi Gerak.....	98

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2: Data Pendukung Hasil Wawancara

Lampiran 3: Standart Komponen yang Digunakan

Lampiran 4: Gambar Teknik Produk





BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Mesin dan alat dalam pengolahan tanah memiliki berbagai klasifikasi seperti ukuran, tipe, dan bentuk yang telah mencapai keoptimalan fungsi berdasarkan urutan kegiatan pengolahan tanah (Riza & Saheri, 2021). Menurut Riza dan Saheri (2021), “Klasifikasi peralatan pengolahan tanah terbagi menjadi dua, yaitu alat pengolahan tanah primer adalah pembajakan tanah seperti bajak singkal dan alat pengolahan tanah sekunder adalah penggaruan atau penggemburan”.

Salah satu peralatan pengolahan tanah yang ada pada pasaran adalah mesin *cultivator*. Menurut Nuratika (2021), “*Cultivator* merupakan mesin pada sektor pertanian yang digunakan untuk pengolahan tanah sekunder seperti menghaluskan tanah sebelum penanaman, penggemburan tanah setelah tanaman tumbuh, dan juga digunakan untuk membuat guludan atau bedengan”. Cara kerja mesin *cultivator* ialah dengan menggunakan mata pisau yang berputar dan menancap pada permukaan tanah sambil ditarik oleh sumber tenaga penggerak. Sistem pada mesin *cultivator* sangat sederhana dan lebih produktif untuk menunjang usaha para petani dalam menyelesaikan pekerjaan lahan pertanian (Nuratika, 2021).

Banyaknya merek mesin *cultivator* konvensional menjadikannya pilihan opsi untuk pengolahan tanah sekunder. Kampus Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung memiliki salah satu mesin *cultivator* konvensional bermerek firman ftl 900 h. yang ditunjukkan pada Gambar 1.1. Mesin tersebut ditenagai oleh motor 7 hp atau 3600 rpm dengan bobot keseluruhan 87 kg. Mata pisau pengolahan tanah dan roda penggerak pada mesin tersebut memiliki 2 jenis, untuk jenis mata pisaunya yaitu bajak singkal (*Moldboard Plow*) dan bajak putar (*Rotary Plow*) bertipe J. Untuk jenis roda penggeraknya adalah roda *mini tractor* dan *paddy wheel* yang berkerja dalam satu tempat mekanis pada mata pisau, sehingga saat pengolahan tanah berlangsung pengguna mengalami kesulitan karena mengandalkan pergerakan mesin dari mata pisau. Mata pisau bajak putar tersebut bertipe J. Mata

pisau putar tipe tersebut memiliki kemampuan bekerja yang optimal pada kondisi tanah yang basah dan penembusan yang dalam ke permukaan tanah untuk mendukung pencampuran bahan organik. Lalu bentuk melengkung pada mata pisau tersebut dapat mengurangi penumpukan tanah tetapi bentuk sudut tersebut menyebabkan tegangan yang tinggi pada seluruh bagian mata pisau, sehingga membutuhkan material dengan daya tahan aus yang lebih baik saat terkena kontur permukaan tanah yang keras. Tanah yang ada di Bangka Belitung sendiri adalah tanah podsolik merah kuning yang memiliki mineral asam tanah (4,3-4,9 Ph) dan kandungan yang terkontaminasi logam berat seperti *aluminium* (Al) dan *ferum* (Fe) (Kharolina dkk., 2023). Menurut Aldi dan Helmy (2020), “Struktur tanah podsolik merah kuning memiliki karakter sedang hingga kuat dengan bentuk bergumpal serta berat kepadatan tanah yang cukup tinggi, berkisar $1,3 \text{ g.cm}^2$ - $1,5 \text{ g.cm}^2$ dengan daya serap air yang rendah” dan bentuk relief yang datar dengan gumpalan padat atau bergunung yang ditunjukkan pada Gambar 1.2.



Gambar 1.1 Mesin *Cultivator* Konvensional
(Sumber: <https://m.firmanindonesia.com>)



Gambar 1.2 Struktur Tanah Podsolik Merah Kuning
(Sumber: <https://www.sosial79.com>)

Adanya permasalahan yang timbul tersebut, menjadikan dorongan untuk Penulis melakukan pengembangan pada mesin pengolahan tanah yaitu mesin *cultivator* yang dapat digunakan dengan optimal pada jenis tanah podsolik merah kuning serta berkontribusi pada masyarakat petani lokal di Bangka Belitung ini dalam menciptakan teknologi tepat guna (*appropriate technology*) yang relevan.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah berdasarkan latar belakang dari rancangan mesin pengolahan tanah untuk jenis tanah podsolik merah kuning adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengembangan rancangan mesin pengolah tanah untuk jenis tanah podsolik merah kuning pada mesin *cultivator*?
2. Bagaimana menganalisis perhitungan dengan FEA pada komponen yang kritis dan membuat video animasi perakitan atau mekanisme dari pengembangan?

1.3 Tujuan Proyek Akhir

Berdasarkan dari perumusan masalah, maka tujuan proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan pengembangan rancangan mesin pengolah tanah untuk jenis tanah podsolik merah kuning pada mesin *cultivator* sesuai dengan persyaratan produk.
2. Menghasilkan analisis perhitungan dengan FEA (*Fenite Element Analysis*), gambar teknik produk, animasi simulasi perakitan atau mekanisme gerak, dan didokumentasikan pengembangan rancangan dalam bentuk laporan akhir.



BAB II

DASAR TEORI

2.1 Tanah Podsolik Merah Kuning

Tanah adalah media atau tempat tumbuh dan sebagai sumber zat hara bagi tumbuhan. Di negara Indonesia sendiri sumber daya dari lahan memiliki peran dalam alternatif perluasan dari lahan pertanian yang sifatnya asam. Luas lahan dari jumlah keseluruhan di Indonesia yaitu sekitar 90 juta Ha dengan diikuti berbagai jenis tanah yang bersifat asam berkisar 29,7 % dari luas keseluruhan. Luas tanah podsolik merah kuning di Indonesia sendiri menempati urutan teratas diiringi tanah alluvial dan gambut. Tanah podsolik merah kuning yang merupakan salah satu jenis tanah di Indonesia memiliki sebaran luas mencapai 45.794.000 ha atau dikisarkan 25 % dari luas dataran di Indonesia (Dianisius dkk., 2022).



Gambar 2.1 Tanah Podsolik Merah Kuning

(Sumber: <https://kumparan.com>)

Jenis tanah PMK (Podsolik Merah Kuning) sering di klasifikasikan sebagai tanah yang kurang subur tetapi sebenarnya bisa dimanfaatkan untuk lahan pertanian potensial dengan memperhatikan pengelolaan. Tanah ini memiliki ciri warna

kuning sampai merah kekuningan ini terbentuk oleh pedogenesis kristal silikat dengan curah hujan dan suhu yang tinggi. Menurut Aldi dan Helmy (2020), Struktur tanah podsolik merah kuning umumnya memiliki karakter sedang hingga kuat dengan bentuk bergumpal serta berat kepadatan tanah yang cukup tinggi, berkisar $1,3 \text{ g.cm}^{-2}$ - $1,5 \text{ g.cm}^{-2}$ dengan daya serap air yang rendah.

Ketahanan tanah terhadap gaya luar sangat dipengaruhi oleh sifat fisiknya, seperti kepadatan tanah, kelembapan, dan struktur tanah. Pada nilai kekuatan tahanan tanah podsolik merah kuning tergolong sedang dengan memiliki nilai kisaran sebesar 40 – 120 kPa disertai nilai koefisien gesek statis sebesar 0,25-0,35, tergantung pada kelembapan dan kedalaman lapisan tanah (Lestari & Handayani, 2024). Menurut Surya Aditya dkk (2024), menyatakan bahwa tanah podsolik merah kuning terbentuk pada daerah dengan rata-rata curah hujan 2.500-3.500 mm per tahun. Tanah podsolik merah kuning memiliki tingkat keasaman sekitar 5,5 dan dapat ditemukan pada berbagai relief, berbentuk datar dengan gumpalan padat atau bergunung (Dianisius dkk., 2022).

Untuk meningkatkan kinerja tanah dapat dilakukan dengan melakukan pemberian kapur, pemupukan, penambahan bahan organik, dan pengolahan tanah yang baik. Hal tersebut bertujuan memperbaiki kebutuhan tanaman akan unsur hara dalam meningkatkan kesuburan tanah dapat dipenuhi.

2.2 Pengolahan Tanah

2.2.1 Pengertian Pengolahan Tanah

Menurut Hartono dan Wibowo (2018), Pengolahan tanah sebagai salah satu kegiatan persiapan lahan (*land preparation*) untuk menciptakan kondisi lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman dan diartikan sebagai suatu proses tanah dengan digemburkan atau dilembekkan menggunakan bajak atau garu yang ditarik dengan berbagai sumber tenaga, seperti manusia, hewan, dan mesin pertanian. Hartono & Wibowo (2018) menyatakan, untuk melakukan pengolahan tanah perlunya penggunaan alat yang dapat digolongkan sebagai berikut:

- Alat pembuka (*primary tillage equipment*),
- Alat penghancur atau penghalus (*secondary tillage equipment*), dan
- Alat perata serta alat pembedeng (*finishing tillage equipment*).



Gambar 2.2 Pengolahan Tanah sesuai Tujuannya (Hartono & Wibowo, 2018)

Tujuan pengolahan tanah pada umumnya adalah untuk mengendalikan gulma, pencampuran bahan-bahan organik pada tanah, dan memperbaiki sifat-sifat fisik pada tanah (Hartono & Wibowo, 2018).

2.2.2 Tahapan Pengolahan Tanah

Menurut Hartono & Wibowo (2018), Tahapan dalam pengolahan tanah terbagi menjadi lima tahapan dan dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a) Tahapan pertama dan kedua, merupakan perubahan tata lahan dari hutan menjadi lahan pertanian dan diperlukan pembukaan lahan (*land clearing*). Tetapi jika lahan yang sudah pernah dilakukan pengolahan, maka cukup dilakukan persiapan lahan (*land preparation*) pada tahap kedua dengan kegiatan pengelolaan pada permukaan tanah (*land surface tillage*).
- b) Tahap ketiga, merupakan pengolahan tanah primer (*primary tillage*) dengan bentuk alat seperti bajak singkal, bajak piringan, bajak putar, bajak pahat, dan bajak tanah bawah. Pengolahan tanah primer merupakan tahapan pengolahan tanah dengan terjadinya pemotongan tanah, lalu tanah tersebut diangkat dan dibalik agar sisa tanaman pada permukaan terbenam didalam tanah.

- c) Tahap keempat, merupakan pengolahan tanah kedua (*secondary tillage*) merupakan pengadukan tanah yang tidak terlalu dalam.
- d) Tahap kelima ialah membentuk lahan untuk penanaman sayuran atau palawija dengan melakukan penerapan konservasi tanah dan air.

2.2.3 Alat-alat Pengolahan tanah

Hartono & Wibowo (2018) menyatakan, bahwa pengolahan tanah biasanya menggunakan alat pembuka (*primary tillage equipment*), alat penghancur atau penghalus (*secondary tillage equipment*) maupun alat perata dan pembedeng (*finishing tillage equipment*). Sedangkan alat seperti pendangir termasuk kedalam kategori alat pemeliharaan. Dari semua hal tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Alat-Alat Pengolahan pada Permukaan Lahan

Setelah panen, petani akan membiarkan lahannya sementara dikarenakan harus dilakukannya kegiatan pasca panen agar hasil pertanian menjadi terjamin. Lahan yang dibiarkan menyebabkan tumbuhnya rumput dan membuat lebih cepat tumbuhnya apabila turun hujan. Oleh karena itu, pada awal pengelolaan lahan diperlukan pengelolaan permukaan tanah dengan alat-alat pengolahan tanah untuk permukaan lahan (*land surface tillage equipments*) yang dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Alat Pengolahan pada Permukaan Lahan (Hartono & Wibowo, 2018)

2. Alat-Alat Konversi Tanah

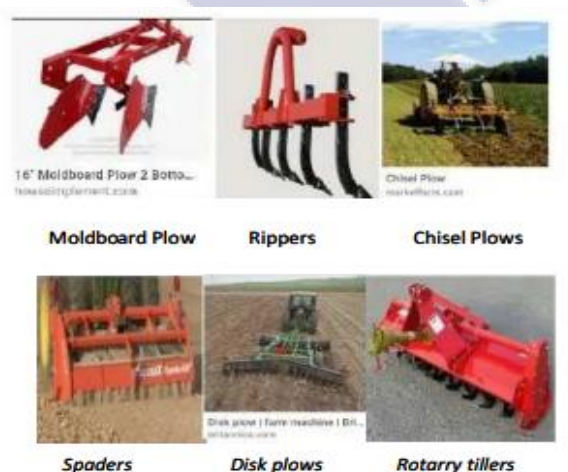
Alat-alat konversi tanah dibuat untuk tidak mengolah seluruh lahan tetapi hanya sebagian permukaan lahan yang diolah. Alat pengolahan tanah ini menghilangkan 70% tanaman liar dan dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Alat-Alat Konversi Tanah (Hartono & Wibowo, 2018)

3. Alat Pengolahan Tanah Primer

Alat atau mesin yang digunakan dalam pengolahan tanah primer memiliki jenis yang berbeda dan bergantung pada jenis pengolahan tanah. Alat-alat pengolahan tanah primer adalah *moldboard plow*, *rippers*, *chisel plows*, *spaders*, *disk plows*, dan *rotary tillers*. Untuk pernyataan dari hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Alat Pengolahan Tanah Primer (Hartono & Wibowo, 2018)

4. Alat Pengolahan Tanah Sekunder

Alat atau mesin yang digunakan dalam pengolahan tanah sekunder memiliki jenis yang berbeda, tergantung dari tujuan dan jenis pengolahan tanah sekunder yang dilakukan. Contoh alat atau mesin yang digunakan adalah *disk harrow*, *heavy harrow*, dan *spring tooth harrow* yang dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Alat Pengolahan Tanah Sekunder (Hartono & Wibowo, 2018)

5. Alat Pembentuk Tanah

Alat atau mesin yang digunakan dalam membentuk tanah seperti pembuat bedengan (*bed-shaper*) dan alat pembuatan guludan (*ridger*) yang dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Alat Pembentuk Tanah (Hartono & Wibowo, 2018)

2.3 Mesin *Cultivator*

2.3.1 Pengertian Mesin *Cultivator*

Mesin *cultivator* merupakan mesin pertanian yang digunakan untuk melakukan pengolahan tanah sekunder (*secondary tillage*). Mesin ini bekerja menggunakan sedikit dari penampang gigi mata pisau yang menancap pada tanah dengan sumber tenaga dari penggerak (Nuratika, 2021). Mesin *cultivator* berfungsi untuk menghancurkan dan menggaduk gumpalan tanah yang besar sebelum dilakukan penanaman, hal tersebut berfungsi untuk mengaerasi tanah setelah benih atau bibit tertanam untuk membunuh gulma. *Cultivator* dan garu memiliki perbedaan, garu digunakan untuk mengaduk permukaan tanah dan *cultivator* digunakan untuk mengaduk tanah sebagian besar permukaan tanah agar tidak mengganggu tanaman (Lukis, 2022). Menurut Nuratika (2021), menyatakan bahwa sistem *cultivator* merupakan salah satu inovasi teknologi tepat guna yang sangat sederhana dan lebih produktif untuk membantu masyarakat pengusaha dan para petani dalam menyelesaikan pekerjaan lahan pertaniannya.



Gambar 2.8 Mesin *Cultivator* Pertanian (Nuratika, 2021)

Mesin *cultivator* juga dapat diartikan sebagai alat pengolahan tanah untuk persiapan dan menghaluskan tanah, yaitu sebelum dilakukan penanaman dan juga menggemburkan tanah setelah tanaman tumbuh. Alat ini juga bisa digunakan untuk membuat guludan atau bedengan (Nuratika, 2021). Mesin ini memiliki beberapa bagian penyangga yang berada di sisi kanan dan kiri atau di bagian belakang. Bagian penyangga yang digerakkan memiliki mekanis yang terpisah seperti pendangir (*shovel/sweeper*), tangkai pendangir (*shank*), batang penempatan pendangir, dan kerangka (Lukis, 2022). Menurut Lukis (2022), menyatakan berbagai jenis mesin ini memiliki beragam ukuran hingga cara pengoperasiannya, tergantung dari luas lahan pertanian yang diolah menggunakan mesin ini dan digerakkan dengan tenaga manusia hingga traktor dengan kemampuan mengerjakan pengolahan lahan sekitar 30 sampai 50 hektar perhari.

2.3.2 Penggunaan Mesin *Cultivator* untuk Mengolah Lahan

Penggunaan mesin *cultivator* dalam mengelolah lahan tanaman *hortikultura*. Menurut pengalaman Lukis (2022), menyatakan kegunaan mesin *cultivator* dalam pertanian antara lain sebagai berikut:

- Penyiangan dan pemberantasan tanaman pengganggu (gulma dan rumput).
- Pengolahan pada lahan kering, lahan bawang merah, dan lahan sayuran.
- Untuk pembuatan guludan atau bedengan.
- Mempertahankan kadar lengasa tanah atau memperbaiki aerasi tanah.
- Menggemburkan tanah yang membuat penetrasi akar tanaman pokok lebih mudah melakukan penyerapan.

2.3.3 Bagian-Bagian pada Mesin *Cultivator*

Menurut Nuratika (2021), terdapat beberapa bagian utama pada mesin *cultivator* yang dapat dijelesakan sebagai berikut:

1. Keran bahan bakar, berfungsi sebagai penghubung untuk membuka dan menutup diantar tangki bahan bakar dan karburator.
2. *Knop choke*, berfungsi sebagai pembuka dan penutup katup *choke* didalam karburator. Dalam posisi tertutup dapat memperbanyak campuran bahan bakar yang dapat menghidupkan mesin saat kondisi dingin.

3. Saklar mesin, berfungsi sebagai pengontrol sistem pengapian.
4. Gagang *starter*, berguna untuk menghidupkan mesin dengan cara *recoil starter* atau menarik gagang *starter* hingga mengengkol mesin untuk menghidupkannya.
5. Tuas *throttle*, berfungsi untuk mengontrol kecepatan putaran mesin. Posisi *throttle* maksimum membuat mata pisau akan berotasi pada kecepatan tinggi dan saat memindahkan tuas ke posisi rendah akan mengurangi kecepatan mata garu.
6. Stang, berfungsi untuk mengatur ketinggian stang dalam menyesuaikan dengan tinggi operator dan pengatur kedalaman mata pisau saat mesin beroperasi. Posisi operator yang paling nyaman adalah setinggi pinggang orang dewasa.
7. Tuas kopling utama, berfungsi sebagai penekan dan pelepas sistem transmisi.
8. Tuas transmisi, memiliki posisi pada panel transmisi yang berfungsi mengatur perpindahan tranmisi dan juga terdiri dari berbagai pilihan sebagai berikut:
 - Dua kecepatan maju dengan rasio transmisi *gearbox* pada kecepatan 1 adalah 1:30 dan pada kecepatan 2 adalah 1:25
 - Netral,
 - Dan mundur dengan rasio transmisi *gearbox* 1:35.
9. *Hitch box*, berfungsi untuk memasang batang penarik.

2.3.4 Sistem Transmisi *Cultivator*

Menurut Nuratika (2021), bahwa transmisi setiap jenis mesin *cultivator* berbeda-beda seperti menggunakan *gearbox*, pulley dan *v-belt*, dan penggunaan *power thick off* pada mesin *cultivator* yang ditarik dengan menggunakan traktor roda 4.

Tranmisi merupakan salah satu komponen yang dapat memindahkan putaran motor penggerak kepada mata pisau atau roda. Pada komponen *gearbox*, rangkaiannya terdiri dari poros utama yang terhubung dengan motor ke *gearbox*. *Gearbox* dengan roda gigi dan rantai penghubung yang menghubungkan dengan roda atau mata pisau. Untuk mengatur kekencangan bentangan rantai digunakan

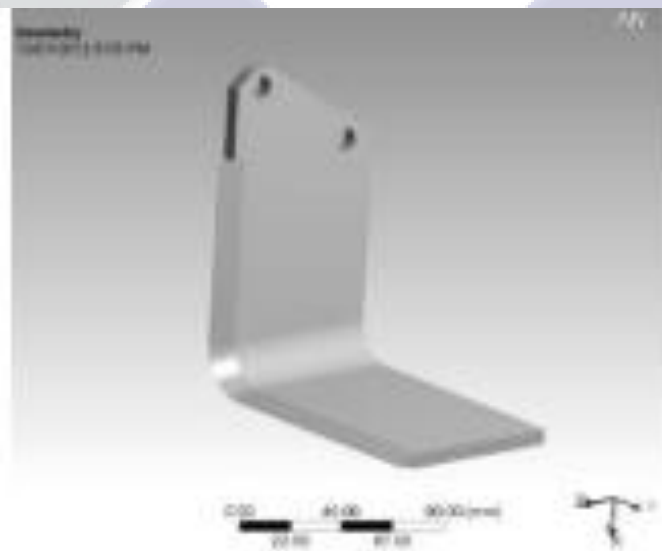
roda gigi pengatur. Sistem transmisi ini telah didesain sedemikian agar mempermudah dalam pembuatan maupun pemasangannya (Nuratika, 2021).

2.3.5 Mata Pisau pada Mesin *Cultivator*

Mata pisau pada mesin *cultivator* memiliki beberapa jenis di antara lain sebagai berikut:

1. Pisau *Cultivator* Tipe L

Pisau rotary tipe L merupakan jenis mata pisau yang paling umum digunakan dalam proses pengolahan tanah dangkal hingga sedang. Bentuknya menyerupai huruf "L" dengan sudut potong yang tajam untuk memungkinkan pengolahan tanah dengan beban mesin yang relatif ringan dan ditunjukkan pada Gambar 2.9. Mata pisau tipe ini cocok diterapkan pada tanah berpasir dan ringan dikarenakan desain yang mendukung penetrasi tanpa menyebabkan gangguan besar pada struktur tanah bagian bawah. Selain itu, pisau tipe L mudah ditemukan dan diperbaiki yang menjadikannya sebagai solusi dalam ekonim pertanian skala kecil dan menengah (Dayakar dkk, 2020).



Gambar 2.9 Bentuk Mata Pisau Tipe L (Dayakar dkk, 2020)

Namun, kelemahan utama pada pisau ini adalah performanya yang kurang efektif pada tanah berlempung. Gerakannya yang agresif dapat menimbulkan lapisan padat dan tekanan berulang. Selain itu, pisau ini rentan terhadap benturan

ketika digunakan pada tanah yang keras dan memiliki hasil olahan tanahnya kurang halus dikarenakan bentuk pisau yang tidak optimal dalam memecah partikel tanah yang besar.

2. Pisau *Cultivator* Tipe C Melengkung



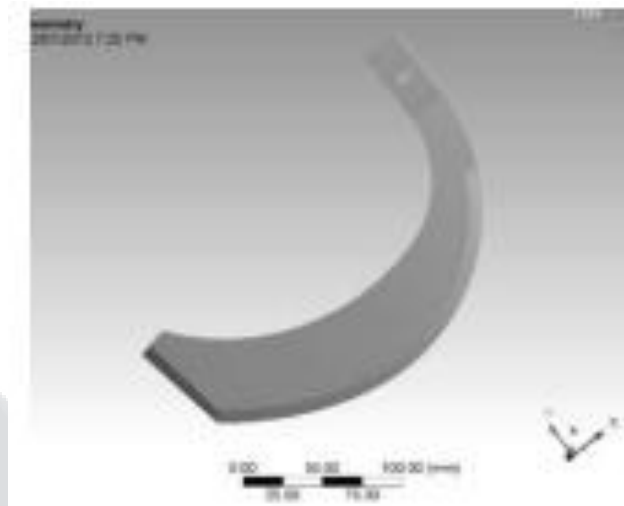
Gambar 2.10 Bentuk Mata Pisau Tipe C Melengkung (Dayakar dkk, 2020)

Pisau tipe C atau *curved blade* dirancang dengan lekukan setengah lingkaran yang menyerupai huruf "C" dan ditunjukkan pada Gambar 2.10, bentuk tersebut memungkinkan distribusi gaya kerja pembebanan yang merata sepanjang bilah. Desain ini memberikan keunggulan dalam menghasilkan olahan tanah yang halus dan merata. Sudut lengkung pada pisau ini memungkinkan penetrasi yang dalam dan efisien hingga pada tanah keras sekalipun. Pisau tipe C sangat cocok digunakan dalam pengolahan primer maupun sekunder. Efisiensinya terbukti melalui kemampuan meminimalisir pembentukan gumpalan tanah serta mengurangi efek pantulan mata pisau mengenai permukaan tanah padat (Salokhe M & Hoki M., 1993).

Memiliki konsumsi tenaga pada mesin sedikit lebih tinggi akibat tekanan pada ujung mata pisau, tetapi memiliki hasil olahan tanah yang optimal, efektif pada

pemotongan, serta penyesuaian terhadap berbagai jenis tanah, terkecuali pada tanah yang terlalu basah dan lengket.

3. Pisau *Cultivator* Tipe J



Gambar 2.11 Bentuk Mata Pisau Tipe J (Dayakar dkk, 2020)

Pisau *cultivator* tipe J memiliki bentuk lekuk yang menyerupai huruf "J" dengan sudut lengkung tajam yang menunjang penetrasi tanah lebih dalam. Desainnya dirancang untuk mengangkat dan membalik tanah secara menyeluruh hingga mendukung pencampuran bahan organik di dalam lapisan permukaan tanah. Salah satu keunggulan utama dari tipe J adalah kemampuannya untuk bekerja optimal di kondisi tanah basah, seperti pada lahan sawah atau tanah berlumpur. Hal ini didukung oleh hasil studi Pannerselvam & Kumar (2018), yang menyatakan bahwa “Bentuk melengkung *J-blade* secara signifikan mengurangi penumpukan tanah pada permukaan pisau”. Tetapi sudut lengkung yang tajam dapat menyebabkan konsentrasi tegangan tinggi pada seluruh bagian pisau, sehingga membutuhkan material dengan daya tahan aus pada material yang lebih baik saat terkena kontur permukaan tanah yang keras.

4. Pisau *Cultivator* Tipe Kapak (*Axe-Type*)

Pisau tipe kapak atau *axe-type blade* merupakan jenis mata pisau dengan desain menyerupai mata kapak yang memiliki struktur tebal dan kokoh. Mata pisau

dirancang khusus untuk membelah tanah keras dan kering, serta banyak digunakan dalam pengolahan lahan awal (*primer tillage*). Keunggulan dari pisau ini terletak pada ketahanan strukturnya terhadap benturan dan keausan, menjadikannya pilihan utama untuk medan ekstrem dan lahan yang belum pernah diolah sebelumnya (Rao K. & Kumar G. V., 2021).



Gambar 2.12 Bentuk Mata Pisau Tipe *Axe* (Rao K. & Kumar G. V., 2021)

Tetapi bobot yang berat menyebabkan kebutuhan tenaga mesin yang lebih tinggi sehingga berdampak pada konsumsi bahan bakar dan kerusakan komponen pada mesin seperti poros penggerak. Di sisi lain, hasil pengolahan tanah dengan pisau kapak tergolong kasar dan tidak cocok untuk tanaman hortikultura atau sistem pertanian yang memerlukan tekstur tanah yang halus dan gembur.

2.4 Sistem Suspensi

Sistem suspensi merupakan rangkaian komponen tertentu sebagai peredam kejutan, getaran pada kendaraan akibat landasan yang tidak rata yang dapat memberi kenyamanan berkendara dan pengendalian dalam berkendara (Suprayogi, 2015).

Menurut Suprayogi (2015), Semakin baik suspensi sebuah kendaraan maka semakin kecil efek yang dirasakan kepada pengguna walaupun berjalan di jalanan yang tidak rata. Sistem suspensi pada kendaraan biasanya terletak diantara bodi (kerangka) dan roda. Sistem ini dapat menumpu atau menahan kendaraan beban

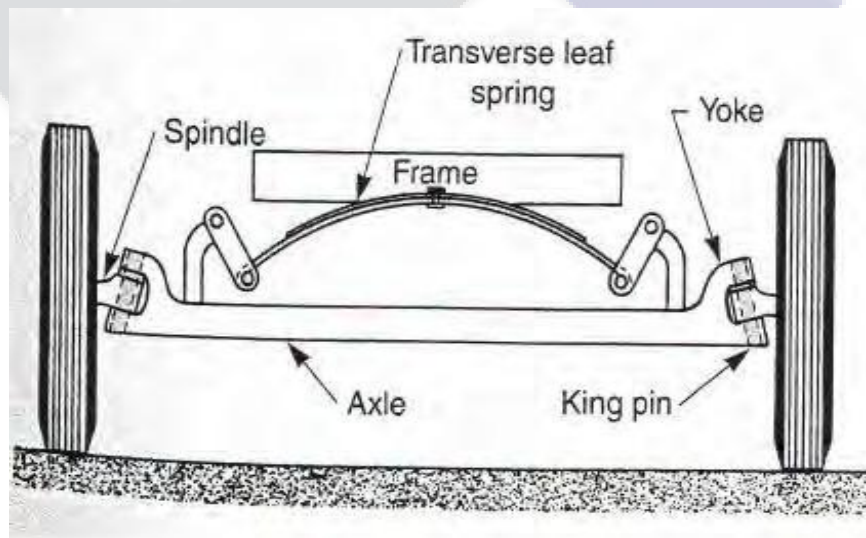
statis kendaraan dan juga mampu menyerap beban dinamis yang terjadi. Selain itu, sistem ini juga dapat menstabilkan kendaraan pada segala kondisi pengendaraan, hal itu seperti pembelokan, pengereman, dan saat melaju dalam kecepatan.

2.4.1 Mekanisme Suspensi

Terdapat beberapa mekanisme dalam suspensi yang akan dijelaskan sebagai berikut:

A. Dependen Suspensi

Tipe suspensi ini hanya poros kaku yang dilengkapi oleh pegas daun dan kingpin, sehingga pergerakan pada roda satu dengan lainnya terhubung dengan satu poros dapat saling mempengaruhi. Suspensi mekanisme ini ditunjukkan pada Gambar 2.13 Keuntungan suspensi ini ialah mampu menahan beban berat, tetapi tidak memiliki gerakan yang luwes.



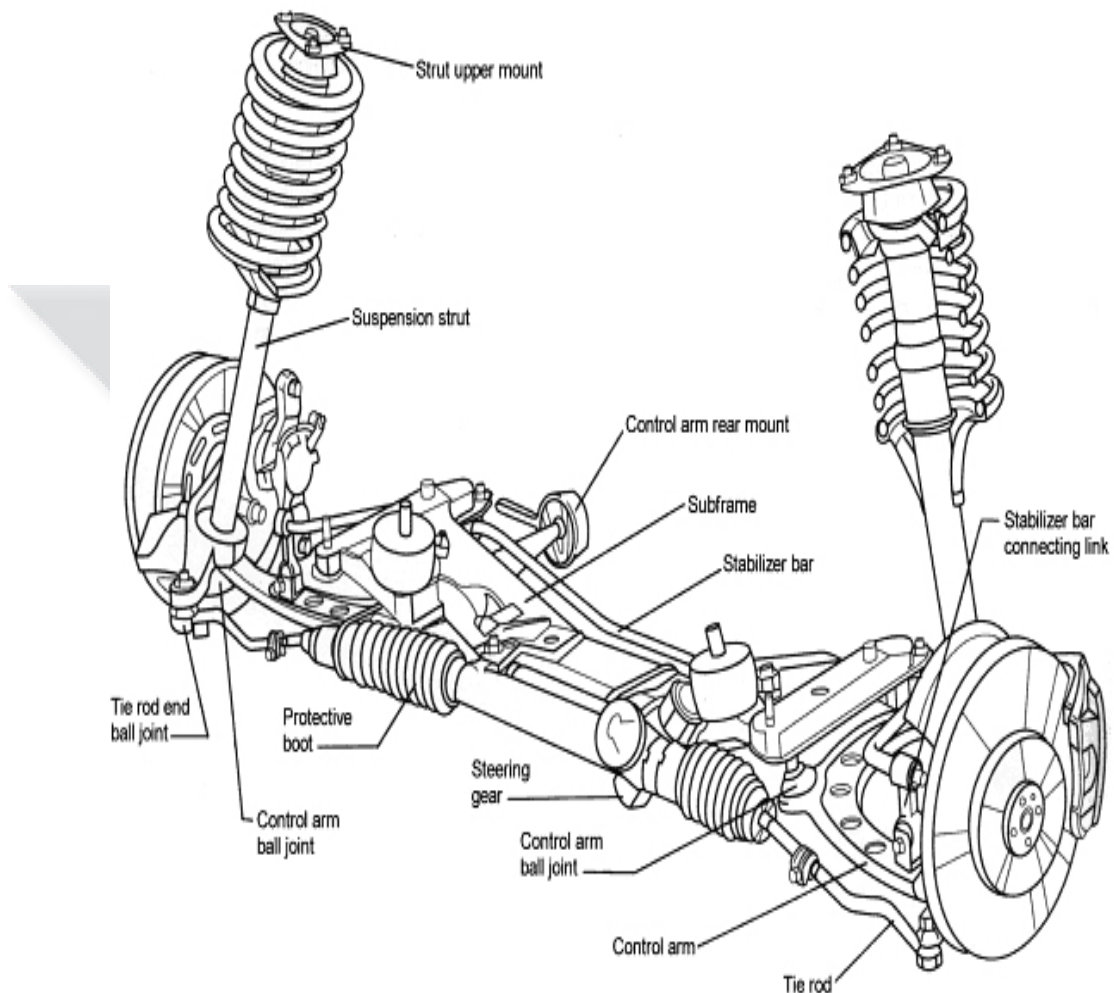
Gambar 2.13 Suspensi Poros Kaku (Suprayogi, 2015)

B. Suspensi Independen

Pada tahun 1930-an, suspensi independen mulai menggantikan sistem suspensi *dependent* dengan sistemnya telah menggunakan *arm* pengendali. Keuntungan suspensi *independent* ialah dapat melakukan pergerakan sisi kanan dan kiri secara bebas tanpa mempengaruhi satu sama lain. Menurut Suprayogi (2015), contoh dari jenis suspensi independen ialah sebagai berikut:

- *Mc Pherson*

Mekanisme pada suspensi ini merupakan jenis suspensi yang umum digunakan suspensi depan pada kendaraan saat ini, meskipun tingkat kenyamanan berada dibawah jenis *double wishbone* dikarenakan lebih sederhana dan mudah dilakukan proses manufaktur. Suspensi jenis *Mc Pherson* ini dapat dilihat pada Gambar 2.14.



Gambar 2.14 Suspensi Independen *Mc Pherson* (Suprayogi, 2015)

2.4.3 Komponen Pembangun Suspensi

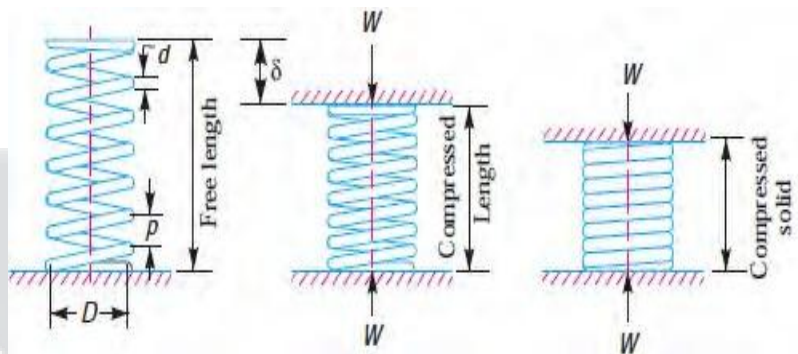
Menurut Suprayogi (2015), bahwa “Dalam mekanisme suspensi terdapat beberapa komponen pembangun, komponen tersebut adalah sebagai berikut”:

- a) Pegas

Pegas adalah komponen yang memiliki sifat elastis. Pegas berfungsi sebagai penerima getaran atau guncangan roda dari kondisi jalan yang dilalui. Pegas dapat melawan massa yang bekerja saat massa tersebut bergerak. Dalam pegas terdapat beberapa jenis pegas yang biasa digunakan yaitu:

1. Pegas ulir (*coil spring*)

Dikenal sebagai “pegas keong” yang memiliki bentuk spiral seperti kawat yang dililit. Jenis pegas ini digunakan untuk menerima beban tekan ditunjukkan pada Gambar 2.15.



Gambar 2.15 Pegas Ulir (Suprayogi, 2015)

b) Peredam

Peredam berfungsi untuk meredam beban kejut atau getaran yang diterima pegas. Peredam juga merupakan alat untuk mengubah energi dari gerak menjadi termal. Komponen yang digunakan untuk mengurangi beban kejut adalah *shock absorber*.

c) Lengan Suspensi (*Suspensi Arm*)

Komponen *arm* terdapat pada sistem suspensi *independent* yang terpasang pada rangka kendaraan dan berfungsi untuk pemegang rangka roda kendaraan. Pergerakan yang terstruktur pada roda menjadi sama dengan pergerakan lengan suspensi dikarenakan adanya *ball joint* pada pengikatan lengan dengan rangka pada roda.

d) *Ball Joint*

Berfungsi sebagai sumbu pada putaran roda, dan juga menerima beban vertikal maupun lateral.

2.5 Spakbor Pelindung



Gambar 2.16 Spakbor *Skirt* Mobil
(Sumber: www.gridoto.com)

Spakbor merupakan salah satu bagian pada komponen mobil ataupun motor yang berfungsi sebagai pelindung bagi pengendara atau komponen mesin jika terkena material asing. Bentuk salah satu spakbor dapat dilihat pada Gambar 2.16. Spakbor sendiri memiliki fungsi yang cukup penting bagi kendaraan bermotor maupun mobil, Spakbor juga memberikan penampilan yang menarik dan bagus (Siregar & Yulianto Dody, 2021).

2.6 Komponen Pendukung Rancangan

2.6.1 *Shock Absorber*



Gambar 2.17 *Shock Absorber*
(Sumber: <https://www.cyclesrus.net>)

Shock Absorber dikenal juga sebagai peredam kejut, merupakan komponen kedua setelah pegas dari sistem suspensi ditunjukkan pada Gambar 2.17. Fungsi utama peredam kejut dipasang sebagai osilasi pegas untuk mempersingkat waktu osilasi (Giofani, 2024). Peredam kejut juga mempunyai peran untuk meningkatkan kenyamanan berkendara, pengendalian kendaraan dan pengereman.

Menurut Giofani (2024), jika pada suspensi hanya menggunakan pegas saja, pegas memiliki waktu osilasi yang lama dan dapat menyebabkan ketidaknyamanan saat berkendara. *Shock absorber* dapat dikatakan baik dan nyaman ketika mampu menyerap guncangan dengan efektif, mengurangi getaran, dan kestabilan dalam berkendara. *Shock absorber* yang baik akan memiliki nilai defleksi yang optimal dan hasil dari penelitiannya dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Hasil Pengujian Defleksi *Shock Absorber*

Beban (kg)	Merk	Nilai Defleksi (mm)							Mean
		I	II	III	IV	V	VI	VII	
60	Aspira	40	41	40	41	40	41	42	41
	Showa	47	48	47	48	47	48	49	48
	Kayaba	34	35	34	35	34	35	36	35
80	Aspira	38	39	38	39	38	39	40	39
	Showa	45	46	45	46	45	46	47	46
	Kayaba	32	33	32	31	32	33	34	32
100	Aspira	36	37	36	37	36	37	38	37
	Showa	43	44	43	44	43	44	45	44
	Kayaba	30	31	30	32	30	31	33	31

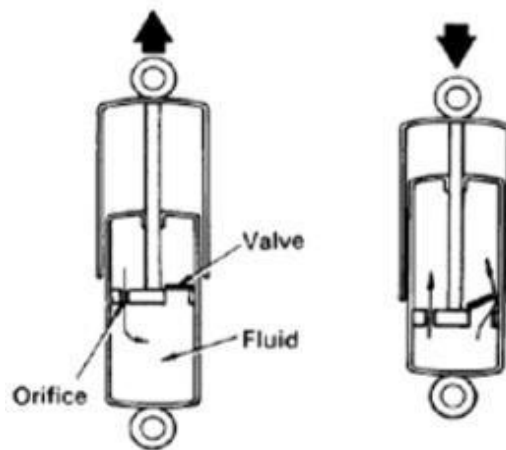
Menurut Hidayat (2020), bahwa peredam kejut atau *shock absorber* dapat dikategori menjadi cara kerjanya, struktur, dan media kerjanya. Hal tersebut dapat dijelaskan berikut:

1. Cara Kerjanya

Shock absorber menurut cara kerjanya dapat dikategorikan sebagai berikut:

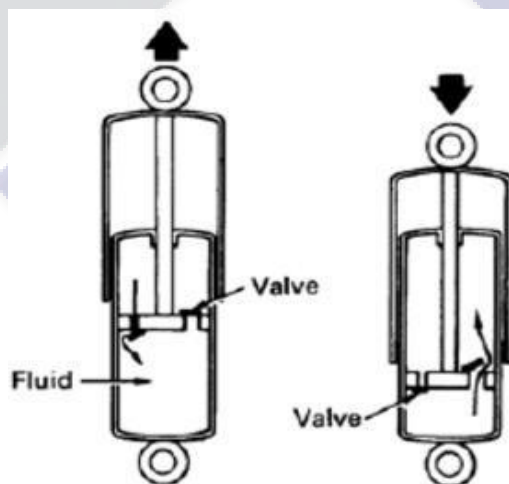
- *Shock Absorber Single Action* (Peredam Kerja Tunggal)

Jenis ini memiliki efek redaman mengambang dan tidak ada redaman saat penekanan. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 2.18.



Gambar 2.18 Peredam Kejut Kerja Tunggal (Hidayat, 2020)

- *Shock Absorber Multi Action* (Peredam Kerja Ganda)
Jenis ini memiliki efek meredam pada gerak mengembang atau menekan. Pada Gambar 2.19 menunjukkan peredam kejut kerja ganda.



Gambar 2.19 Peredam Kejut Kerja Ganda (Hidayat, 2020)

2. Menurut Kontruksi

Shock absorber menurut kategorinya dapat dikategorikan sebagai berikut:

- *Shock absorber twin tube*
Shock absorber ini terdapat *pressure tube eksternal* dalam membatasi kerja silinder pada ruang penyimpanan oli

- *Shock absorber single tube*

Pada *shock absorber* ini hanya memiliki satu tabung didalam *shock absorber* tanpa penyimpanan cairan.

3. Menurut Medium Kerja

Shock absorber menurut medium kerja dapat dikategorikan sebagai berikut:

- *Shock Absorber Hidrolis*

Tipe ini didalamnya memiliki minyak *shock absorber* sebagai pendukung.

- *Shock Absorber Gas*

Pada tabung tipe ini diisi oleh gas. Gas yang digunakan adalah *nitrogen* dengan temperature rendah hingga temperature tinggi.

2.6.2 Rod and Bearing

Rod and bearing merupakan bagian pada suspensi *double wishbone* yang terletak pada arm, yaitu pada *upper arm* atau *lower arm*. Bentuk dari *road end bearing* dapat dilihat pada Gambar 2.20 (Hidayat, 2020).



Gambar 2.20 Rod and Bearing (Hidayat, 2020)

2.6.3 Housing Bearing

Housing bearing atau disebut rumah bantalan, merupakan komponen mekanik sebagai penopang *bearing* serta poros yang berputar dalam sistem mesin. Perannya tidak hanya sebagai penempatan bagi *bearing* tetapi juga berfungsi sebagai pelindung terhadap beban mekanis pada struktur elemen putar. Komponen ini ditunjukkan pada Gambar 2.21.



Gambar 2.21 *Housing Bearing*
(Sumber: <https://omrook.com>)

2.6.4 Material *Polyurethane*

Polyurethane atau poliuretan merupakan material karet yang memiliki ketahanan yang baik dan merupakan pelindung dan pelapis yang efektif terhadap erosi yang disebabkan oleh partikel padat. Ketahanan aus yang dimaksud adalah suhu kerja pada pengaruh panas pada sifat mekanismenya (Ashrafizadeh dkk., 2016). Menurut Ashrafizadeh dkk (2016), sifat mekanis pada karet ini memiliki keunggulan seperti elastisitas tinggi, kapasitas pembebanan yang tinggi, dan ketahanan terhadap sobek.

2.7 Persamaan pada Perhitungan

2.7.1 Persamaan pada Mata Pisau

Perancangan dalam menghitung gaya yang bekerja pada mata pisau *rotary* tipe C bertujuan untuk mengetahui aman atau tidak dari tipe mata pisau yang digunakan. Dalam perancangan ini terdapat beberapa persamaan untuk perhitungan, persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Kecepatan Putaran Mesin yang Tereduksi oleh *Gearbox*

Mesin *cultivator* umumnya memiliki tiga rasio *gearbox*, yaitu 1:30 untuk gigi maju 1, 1:25 untuk gigi maju 2, dan 1:35 untuk gigi mundur. Adanya reduksi

gearbox dapat mempengaruhi kecepatan putaran asli mesin agar tidak memiliki daya yang lebih ataupun kurang. Untuk mengetahui hasil perhitungan putaran mesin yang tereduksi oleh *gearbox* dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Rpm Output} = \text{Rpm Input} \times \text{Rasio Gearbox} \dots\dots\dots(2.1)$$

2. Torsi (Momen Puntir) pada Poros Mata Pisau

Untuk mengetahui perhitungan momen puntir (T) pada mata pisau dapat menggunakan persamaan berikut:

$$T = \frac{P}{\omega} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

T = Torsi pada poros mata pisau (N.m)

P = Daya motor (watt)

ω = Sudut kecepatan putaran (rad/s) pada persamaan berikut:

$$\omega = \frac{2.\pi.n}{60} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

n = putaran mesin (rpm)

3. Luas Penampang Mata Pisau

Untuk mengetahui luas pada penampang pada mata pisau dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$A_p = P \times L \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:

A = Luas Penampang pada Mata Pisau (mm²)

P = Panjang (mm)

L = Lebar (mm)

4. Gaya pada Mata Pisau *Rotary*

a) Gaya Gravitasi Mata Pisau

Untuk mengetahui hasil gaya gravitasi pada mata pisau dapat menggunakan persamaan berikut:

$$F_g = w \times g \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

F_g = Gaya gravitasi pada mata pisau (N)

w = Bobot total mata pisau (Kg)

g = Percepatan gravitasi (m/s)

b) Gaya Normal yang Dihasilkan Mesin

Untuk perhitungan gaya normal mata pisau yang dihasilkan pada mesin dapat menggunakan persamaan berikut:

$$F_p = \frac{T}{r} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

F_p = Gaya normal mata pisau yang dihasilkan mesin (N)

T = Torsi pada mata pisau (N.mm)

r = Jari-Jari pada mata pisau (mm)

c) Gaya Dinamis Mata Pisau saat Menekan Tanah

Untuk mencapai keuntungan kebutuhan rancangan yang efisien pada pemecahan tanah dan pembalikan tanah yang lebih baik, harus menjamin pergerakan bebas dari tanah yang dibongkar. Ditemukan oleh Asl & Singh (2009), yang menyatakan bahwa gaya tanah eksternal, yaitu gaya mendorong ke depan dan mengangkat ke atas dipengaruhi gaya hisap dari mata pisau oleh bentuk pada permukaan pisau. Optimasi pada mata pisau dilakukan untuk mengurangi kebutuhan energi pengolahan tanah.

Karena itu, untuk mengetahui gaya pemotongan dinamis yang terjadi dan bergantung pada tahanan jenis tanah yang diolah dapat ditentukan perhitungannya dengan persamaan berikut:

$$F_d = \frac{P \cdot A}{F_p} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana:

F_d = Gaya dinamis mata pisau (N)

P = tahanan tanah (N/m²)

A = Luas penampang mata pisau (m²)

F_p = Gaya normal mata pisau (N)

4. Gaya Gesek (τ) pada Permukaan Mata Pisau

Untuk mengetahui gaya gesek pada permukaan pisau ketika mengolah dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\tau = \mu \times N \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana:

τ = gaya gesekan tanah dengan logam (N)

μ = Koefisien gesekan tanah dengan logam

N = Gaya pada mata pisau (N)

5. Kecepatan Potong pada Mata Pisau

Menurut Prayogo (2024), Untuk kecepatan potong mata pisau dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut.

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60} \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana:

v = Kecepatan potong mata pisau (m/s)

d = Diameter mata pisau (mm)

n = putaran mesin (rpm)

2.7.2 Persamaan pada Pegas Sistem Suspensi

Perhitungan pegas bertujuan untuk mengetahui nilai kekakuan dan pembebanan. Dalam hal ini terdapat beberapa persamaan untuk perhitungan yang digunakan, antara lain sebagai berikut:

1. *Solid Length*

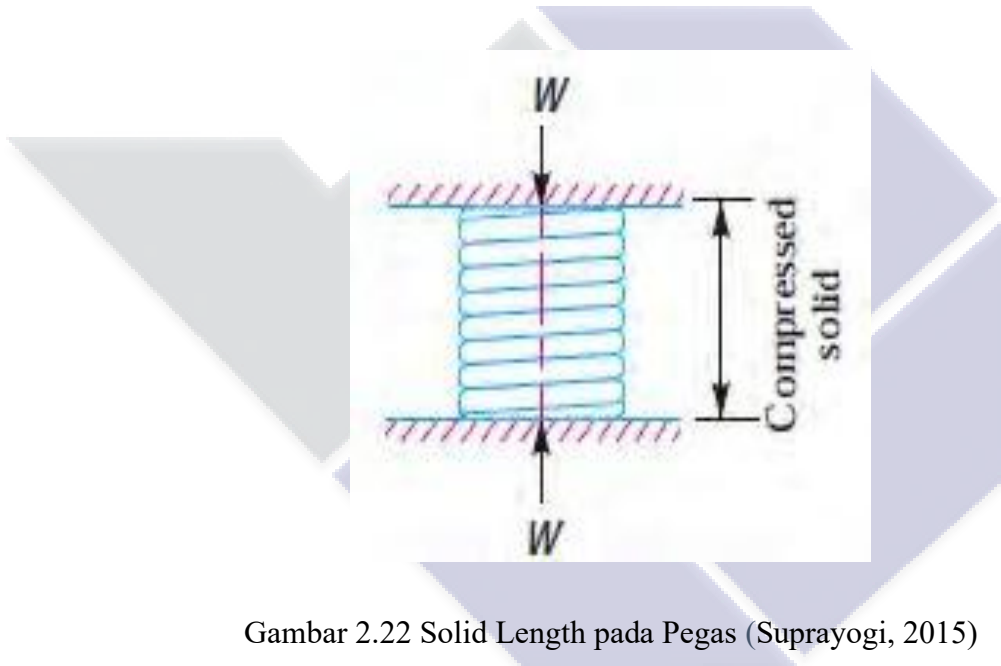
Solid length adalah kondisi pegas yang padat, yaitu penekanan kawat (*compressed solid*) hingga menyentuh satu sama lain atau dapat dikatakan pegas membentuk tabung padat yang dapat dilihat pada Gambar 2.22 (Suprayogi, 2015). Untuk perhitungan yang digunakan dapat menggunakan persamaan berikut:

$$L_s = n' \times d \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana:

n' = Jumlah total lilitan kawat

d = diameter kawat pegas (mm)



Gambar 2.22 Solid Length pada Pegas (Suprayogi, 2015)

2. *Free Length*

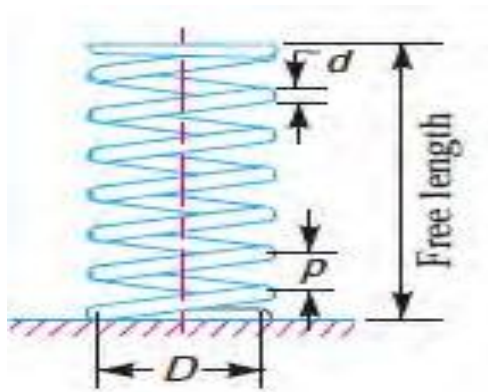
Menurut Djaja dan Djoko Santoso (2014), *Free Length* atau panjang bebas adalah panjang maksimal pegas ketika mengalami pembebanan yang digambarkan pada Gambar 2.23. Untuk mengetahui hasil perhitungan Panjang bebas pegas dapat menggunakan persamaan berikut:

$$L_f = L_p + \delta \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana:

L_p = Panjang awal pegas terpasang (mm)

δ = Defleksi maksimal yang terjadi (mm)



Gambar 2.23 Free Length pada Pegas (Suprayogi, 2015)

3. Konstanta Kekakuan pada Pegas (*Spring Rate*)

Spring rate atau kekakuan pada pegas adalah beban yang diperlukan per unit defleksi dari pegas. Untuk perhitungan pada konstanta atau kekakuan pegas dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$K = \frac{N}{\delta} \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana:

K = Konstanta kekakuan pegas (N/mm)

N = Gaya maksimal yang bekerja pada pegas (N)

δ = Defleksi maksimal yang terjadi (mm)

4. Deformasi Pegas

Deformasi pada pegas dapat didefinisikan sebagai perubahan bentuk atau panjang pegas diakibatkan oleh gaya dari luar yang bekerja padanya. Fundamental dalam prinsip ini dirumuskan melalui hukum *hooke* dengan mengikuti prinsip elastisitas yang dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$F = K \cdot \varepsilon \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana:

F = gaya yang diberikan (N)

K = konstata kekakuan pegas (N/mm)

ε = deformasi atau perubahan Panjang pegas (mm)

2.7.2 Gaya Traksi pada Ban

Gaya traksi merupakan gaya gesek yang dihasilkan antara dua permukaan tanpa mengalami slip. Penentuan gaya traksi maksimum pada ban dengan permukaan dapat ditentukan dari dengan koefisien adhesi permukaan yang dapat dilihat pada tabel 2.2 (Pratama, 2019).

Tabel 2.2 Koefisien Adhesi Permukaan

Permukaan	Nilai Tertinggi	Nilai Geser
Aspal Dan Beton (Kering)	0,8-0,9	0,75
Aspal (Basah)	0,5-0,7	0,45-0,60
Beton(Basah)	0,8	0,7
Kerikil	0,6	0,55
Jalan Tanah (Kering)	0,68	0,65
Jalan Tanah (Basah)	0,55	0,4-0,5
Salju (Keras)	0,2	0,15
Es	0,1	0,07

Dalam mengetahui gaya traksi dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$F = \frac{\mu \cdot W}{1-\mu} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana:

μ = koefisien gesek permukaan gesekan

w = Bobot kendaraan

2.8 Tegangan Bahan dan Faktor Keamanan

2.8.1 Tegangan

Tegangan merupakan suatu ukuran pembebanan yang dilakukan oleh gaya dan dibagi dengan luas penampang gaya tersebut berkerja. Komponen tegangan yang sudutnya tegak lurus dengann bidang di tempat kerjanya disebut tegangan

langsung, merupakan tegangan tarik (positif) atau tegangan tekan (negatif) (Prayogo, 2024). Tegangan dapat diketahui dengan pengujian melalui persamaan umum sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana:

σ = Tegangan (N/mm²)

F = Gaya (N)

A = Luas penampang (mm²)

Secara umum tegangan terbagi menjadi beberapa bagian yaitu sebagai berikut:

1. Tegangan Normal

Tegangan normal dapat dimaknai sebagai tegangan yang dibebankan oleh gaya normal, yaitu gaya yang memiliki arah tegak lurus terhadap bidang luas dari bahan. Pada tegangan normal disimbolkan dengan σ (sigma) (Prayogo, 2024).

2. Tegangan Tarik

Tegangan tarik merupakan gaya tarik yang mampu ditahan oleh bidang tarik. Tegangan tarik dilambangkan dengan σ_t . Dikarenakan adanya beban tarik, hal ini dapat mengubah dimensi pada bidang penampang dari aslinya dengan.

3. Tegangan Tekan

Memiliki prinsip sama dengan tegangan tarik tetapi terdapat pembedannya, yaitu arah gaya dari tegang tarik yang berlawanan dengan simbol berbentuk σ_c .

4. Tegangan geser

Menurut Anggry (2021), tegangan geser ialah bahan yang mengalami dua gaya yang bekerja secara berlawanan secara tangensial pada bidang penampang dan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\tau = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana:

τ = Tegangan geser (N/mm²)

F = Gaya (N)

A = Luas penampang (mm²)

2.8.2 Faktor Keamanan

Faktor keamanan merupakan faktor dalam mengoreksi keamanan dari material yang digunakan pada suatu mesin. Dalam menentukan faktor keamanan perlunya mengetahui tegangan dan regangan. Untuk menentukan faktor keamanan, suatu bahan harus melebihi kekuatan yang dibutuhkan. Perbandingan dalam kekuatan sebenarnya terhadap kekuatan disebut *factor of safety* yang dapat dirumuskan pada persamaan berikut:

$$\text{Faktor Keamanan (Sf)} = \frac{\text{Kekuatan Sebenarnya}}{\text{Kekuatan yang dibutuhkan}} \dots\dots\dots(2.17)$$

2.9 Finite Element Analysis (FEA) pada Software Solidworks

Finite 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 *finite elements* yang kemudian dilakukan analisis secara terpisah namun saling terhubung. Prinsip kerja dari *finite element analysis* didasarkan oleh hukum fisika seperti hukum *hooke* sebagai elastisitas, hukum *newton* sebagai dinamika, dan hukum *fourier* sebagai konduksi panas.

Finite element analysis pada solidwork 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. Hal ini dapat dijelaskan secara rinci sebagai berikut:

- *Modeling*, yaitu membuat model 3D dari komponen atau gabungan komponen pada *solidworks*.
- *Material Assignment*, yaitu tahapan menentukan sifat dari material.
- *Meshing*, yaitu tahapan membagi *element finite* atau *mesh*.

- *Boundary Conditions*, yaitu tahapan memberi batasan seperti *fixed support*, *roller*, *pin*, serta kondisi pembebanan.
- *Run Simulation*, yaitu tahapan proses dari komputasi setelah dilakukan keseluruhan tahapan diatas.
- *Post Processing*, yaitu hasil dari *displacement*, *stress (von mises)*, *strain*, dan *safety of factor*.

Untuk hasil utama dari analisis *FEA* setelah dilakukan simulasi adalah sebagai berikut:

- *Stress (Tegangan) von mises*

Merupakan tegangan maksimum pada komponen yang dilakukan analisis dan sebagai indikator utama dalam analisis tegangan dengan nilai tegangan yang merepresentasikan tegangan ekuivalan dengan perhitungan berdasarkan kondisi multi-aksial. Nilai ini digunakan untuk membandingkan tegangan hasil analisis dengan tegangan izin dari material.

- *Displacement (Perpindahan)*

Sebagai penunjukan seberapa besar perpindahan titik yang dibebankan.

- *Strain (Regangan)*

Strain merupakan tingkatan regangan yang berhubungan dengan modulus elastisitas

- *Factor of Safety (FOS)*

Merupakan factor keamanan dari sifat material.

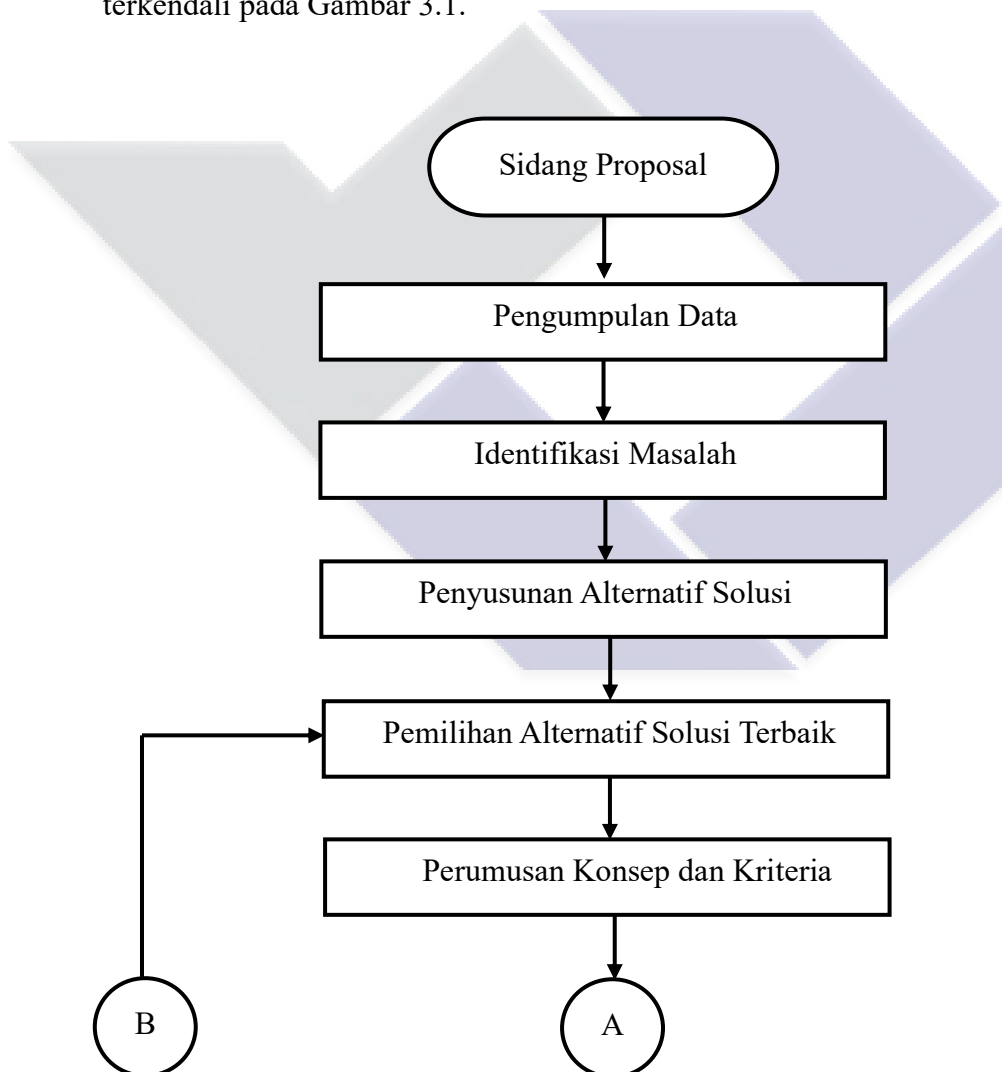


BAB III

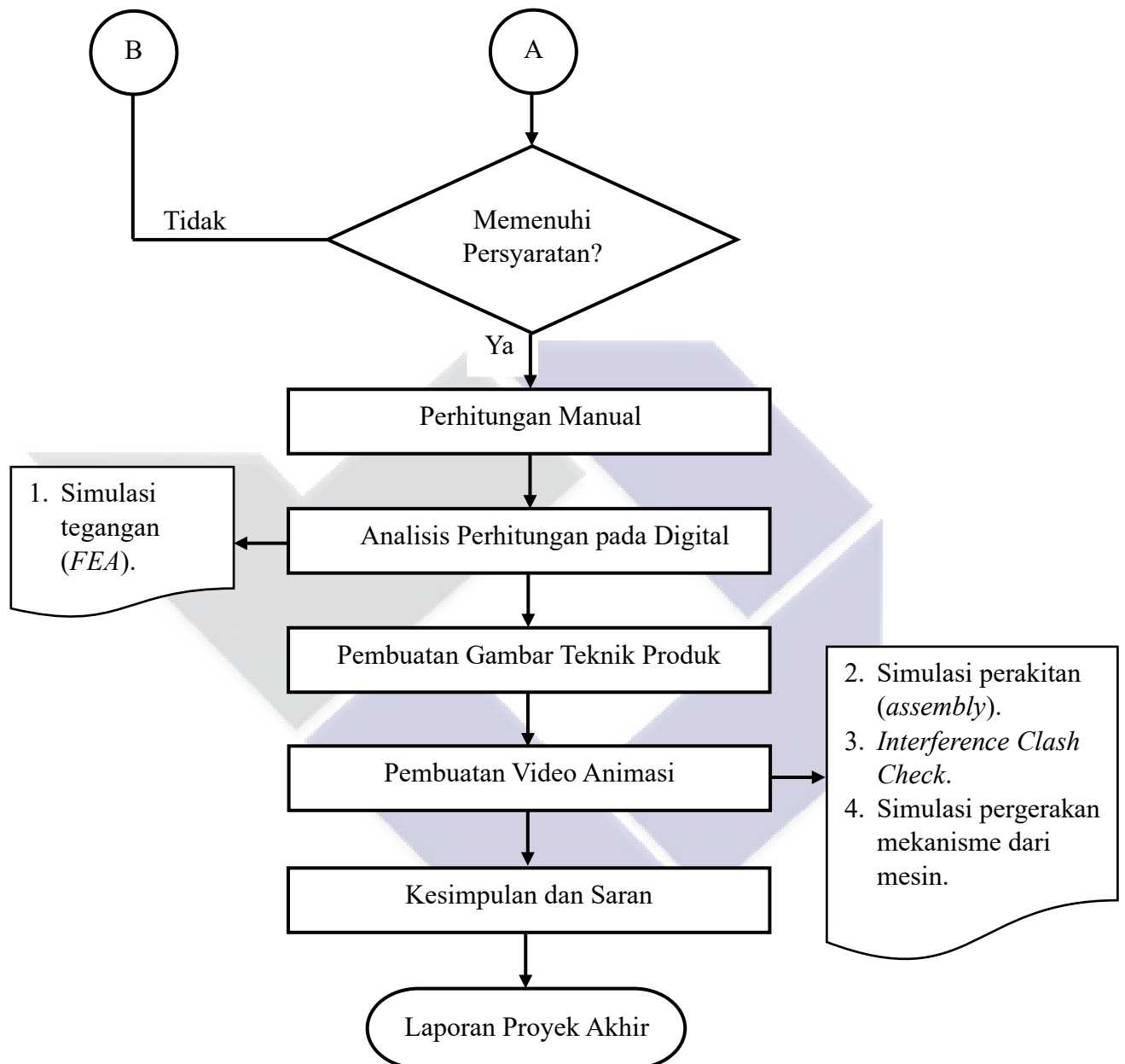
METODE PELAKSANAAN

3.1 Metode Pelaksanaan

Tahapan pelaksanaan yang dilaksanakan untuk menyelesaikan proyek akhir ini diawali dengan membuat diagram alir yang menentukan seluruh proses yang dilakukan dan menjadi panduan agar proses pelaksanaan berjalan dengan baik dan terkendali pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Pelaksanaan



Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Pelaksanaan (Lanjutan)

3.2 Sidang Proposal

Sidang proposal ini merupakan tahapan proses dalam penelitian ilmiah sebagai pengujian kelayakan rencana penelitian yang akan dilaksanakan dan kesiapan pada peneliti dalam meneliti permasalahan masalah yang diangkat.

3.3 Pengumpulan Data

Tahapan pengumpulan data dilakukan bertujuan untuk mendapatkan data-data yang akan dibutuhkan guna untuk mendukung rancangan mesin pengolahan tanah podsolik merah kuning. Berikut tahapan pengumpulan data yang dilakukan:

- **Data Observasi**

Pengumpulan data observasi dilakukan dengan menganalisis secara aktual pada salah satu mesin yang terkait dari mesin pengolahan tanah untuk dilakukan pengembangan.

- **Data Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan data pendukung yang dari data yang telah dilakukan observasi secara langsung.

- **Data Wawancara**

Tahapan pengumpulan data dari wawancara dilaksanakan bersama pihak yang terkait agar mengetahui kondisi secara langsung yang dialami oleh pengguna pada mesin pengolahan tanah dan mendukung data yang telah didapatkan.

3.3 Identifikasi Masalah

Tahapan identifikasi masalah dilakukan sebagai awalan untuk menentukan permasalahan yang muncul sebagai kebutuhan dari rancangan mesin pengolahan tanah untuk jenis tanah podsolik merah kuning. Berikut tahapan identifikasi masalah yang dilakukan:

- Menganalisis permasalahan yang muncul berdasarkan data yang telah dikumpulkan.
- Menentukan daftar tuntutan sebagai syarat pengembangan rancangan dari produk.

3.4 Penyusunan Alternatif Solusi

Tahapan penyusunan alternatif solusi dilakukan sebagai penyelesaian terhadap daftar tuntutan pada pengembangan produk dari permasalahan yang timbul. Tujuan dari penyusunan alternatif solusi ini untuk memenuhi persyaratan dari pengembangan mesin yang dilakukan dan tahapannya adalah berikut:

- Mengembangkan alternatif dari desain yang dapat menyelesaikan permasalahan pada daftar tuntutan yang teridentifikasi.
- Menganalisis kelebihan dan kekurangan dari setiap alternatif berdasarkan beberapa aspek yang diperlukan.

3.5 Pemilihan Alternatif Solusi Terbaik

Pemilihan terbaik dari alternatif solusi dilakukan dengan penilaian terhadap aspek-aspek yang ditentukan seperti biaya yang murah, keamanan terhadap rancangan dan pengguna, serta kemudahan dalam proses manufaktur maupun perbaikan atau perawatannya dengan dasar kelebihan dan kekurangan yang telah ditentukan untuk dilakukan pemilihan dari alternatif solusi terbaik berdasarkan hasil penilaian.

3.6 Perumusan Konsep dan Kriteria

Perumusan konsep dan kriteria desain yang terpilih diperjelas dalam menentukan hal-hal utama yang bersangkutan terhadap pengembangan rancangan seperti dimensi atau material yang digunakan pada komponen, pengerjaan pada manufaktur, dan menyusun spesifikasi teknis awal dan konsep desain sebagai salah satu tahapan dasar dari pengembangan rancangan mesin pengolahan tanah sebelumnya.

3.7 Perhitungan Manual

Perhitungan manual dilakukan untuk menuntukan perhitungan pada desain yang memastikan bahwa kinerja dari komponen yang digunakan dapat optimal penggunaannya. Tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Melakukan perhitungan pada komponen atau struktur tertentu seperti analisis gaya, momen, dan tegangan dari kekuatan material.
- Menentukan faktor keamanan komponen tersebut agar dapat digunakan atau tidak.
- Menghitung pembebanan maksimum yang terjadi pada mesin.

3.8 Analisis Perhitungan pada Digital

Simulasi dan analisis digital dilakukan sebagai verifikasi pada perhitungan manual dengan menggunakan digital metode seperti *Fenite Element Analysis (FEA)* yang menghasilkan visualisasi perhitungann pada tegangan kekuatan material untuk komponen tertentu dalam bentuk laporan.

3.9 Pembuatan Gambar Teknik Produk

Pembuatan gambar teknik produk bertujuan untuk menunjukkan bagian-bagian struktur komponen yang telah dirancang dengan spesifikasi material dan proses pengerjaan berupa dimensi, toleransi, dan regulasi yang berlaku.. Setiap instansi memiliki standar gambar teknik yang berbeda diantaranya seperti ISO ataupun ANSI.

3.10 Pembuatan Video Animasi

Pembuatan video animasi bertujuan untuk memvisualkan hasil dari pengembangan rancangan yang telah dilaksanakan dalam bentuk sebagai berikut:

- Simulasi perakitan komponen dari produk (*assembly component*).
- Melakukan *interference clash check* dengan tujuan sebagai Analisis ketepatan dalam proses perakitan.
- Simulasi mekanisme pergerakan dari mesin.

3.11 Kesimpulan dan Saran

Semua hasil dari rancangan yang telah dilaksanakan dibuat dalam Menyusun kesimpulan dan saran untuk menyatakan hasil dari rancangan mesin pengolahan tanah untuk jenis tanah podsolik merah kuning yang telah dilaksanakan oleh Penulis.



BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Data Observasi

Penulis melakukan observasi lapangan langsung terhadap salah satu merek dari mesin pengolahan tanah konvensional yaitu mesin *cultivator* firman ftl 900 h yang dimiliki oleh Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung seperti diperlihatkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Mesin *Cultivator* Firman FTL 900 H

Tahapan observasi yang dilakukan untuk mengetahui sistem-sistem pada mesin tersebut beberapa bagian. Sistem-sistem pada mesin *cultivator* tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

- Sistem Motor: Berfungsi sebagai penghasil daya gerak dari mesin dalam pengoperasian.
- Sistem Penggerak: Berfungsi sebagai penyalur daya yang dihasilkan motor kepada komponen penggerak akhir.
- Sistem Pengolahan Tanah: Berfungsi sebagai teknis utama dalam pengoperasian mesin.
- Sistem Pemindah: Berfungsi sebagai komponen penggerak yang menopang dan menggerakkan bobot dari mesin.
- Sistem Pengendalian (*Handling*): Berfungsi sebagai komponen yang mengendalikan dan mengarahkan kerja dari mesin.

Hasil data dalam observasi pada mesin *cultivator* firman FTL 900 H yang dimiliki oleh Polman Babel berdasarkan pada sistem-sistem telah terbagi adalah sebagai berikut:

1. Sistem Penggerak

Sistem penggerak berdasarkan hasil observasi pada mesin *cultivator* firman ftl 900 H adalah sebagai berikut:

- Daya penggerak dari motor di tranmisikan oleh pulley dan belt dapat ditunjukkan Gambar 4.2.



Gambar 4.2 *Pulley & Belt* pada Mesin

- Daya gerak dari pulley dan belt di tranmisikan kepada *gearbox* untuk menggerakkan *shaft* pada sistem pemindah mesin atau sistem pengolahan tanah yang menjadi satu mekanisme dan diperlihatkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 *Gearbox* pada Mesin

- Roda dan mata pisau digerakan dengan tali gas pada Gambar 4.5 yang berfungsi untuk menggerakkan *tensioner belt* agar belt yang terhubung dengan pulley tidak *slip* seperti yang terlihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 *Tensioner Belt* pada Mesin



Gambar 4.5 Gas untuk Daya Motor pada Mesin

2. Sistem Pengendalian (*Handling*)

Didapatkan hasil observasi yaitu pada stang kemudia mesin dapat diatur untuk tinggi atau rendah stang bagi pengguna dalam mengendalikan mesin melalui *tool handle setting* pada mesin yang dipelihatkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 *Tool Handle Setting* pada Mesin

3. Sistem Pemindah dan Pengolahan Tanah

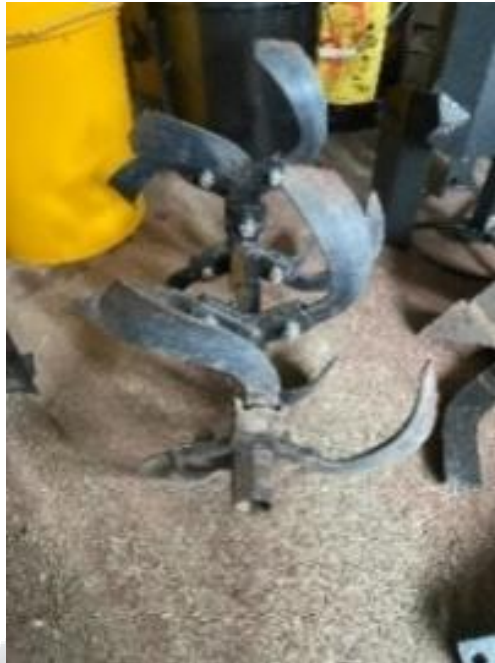
Pada hasil observasi sistem ini roda dan mata pisau mesin terdapat berada pada sistem penggerak, yaitu poros yang digerakan oleh *pulley* dan *belt* yang ditransmisikan kepada *gear box*. Lalu terdapat dua jenis roda untuk membajak yaitu *paddy wheel* pada Gambar 4.7, mata pisau bajak singkal (*moldboard plow Blade*) pada Gambar 4.8, mata pisau bajak putar (*rotary plow Blade*) bertipe J dengan diameter luar berukuran 300 mm pada Gambar 4.9, dan ban *mini tracktor* pada Gambar 4.10.



Gambar 4.7 *Paddy Wheel* pada Mesin



Gambar 4.8 Mata Pisau *Moldboard* pada Mesin



Gambar 4.9 Mata Pisau *Rotary* Tipe J pada Mesin



Gambar 4.10 Ban *Mini Tractor* pada Mesin

4.1.2 Data Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan data pendukung yang tidak diperoleh Penulis dari observasi langsung. Berikut data pendukung yang didapatkan bisa dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Studi Literatur

Spesifikasi	Keterangan
Mesin <i>Cultivator</i> Firman FTL 900 H	
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
Rasio <i>gear box</i>	• Gigi maju 1 adalah 1:30 • Gigi maju 2 adalah 1:25 • Gigi mundur adalah 1:35
Sistem penyalan	<i>Recoil System</i>
Kedalaman bajak	150 – 300 mm
Berat Keseluruhan Mesin	87 Kg
Lebar keseluruhan mata pisau	1000 mm

4.1.3 Data Wawancara

Data wawancara dilakukan untuk mendapatkan permasalahan mesin *cultivator* firman ftl 900 H secara langsung pada pengguna, yaitu Bapak Syahadan yang merupakan bagian dari pegawai bidang prasarana dan sarana pada dinas pangan dan pertanian kabupaten Bangka yang dibuktikan daftar pertanyaan wawancaranya pada lampiran 2. Berikut hasil data wawancara yang diperoleh oleh Penulis:

- Keluhan selama ini dari para petani pada kerusakan mesin *cultivator* masih aman, Akan tetapi terdapat kerusakan kecil seperti bocornya *seal* oli mesin atau keringnya oli mesin.
- Bahan bakar pada mesin *cultivator* dapat dikatakan hemat. tetapi hal tersebut bergantung dalam proses pengolahan tanah seperti bajak putar (*rotary*) dan singkal yang memiliki pengaruh kepada tenaga mesin ataupun operator. Lalu

untuk bahan bakar mesin dalam kondisi fuel tank tidak mencukupi dalam pengolahan tanah untuk luas lahan berukuran 1 ha.

- Dari pengalaman pribadi beliau sering saat menggunakan mesin memiliki hambatan pada bagian bahu yang sering merasakan pegal dikarenakan saat mengoperasikan mesin memerlukan postur dan tenaga untuk mendorong yang sangat ekstra dengan tambahan getaran mesin yang lumayan.
- Pada mata pisau bajak singkal (*moldboard plow blade*) jarang sekali mengalami kerusakan dan untuk mata pisau bajak bajak putar (*rotary blade*) sering mengalami cepat aus karena gesekan dengan kontur tanah yang keras seperti tanah podsolik merah kuning. *Rotary blade* juga sering mengalami patah rapuh pada ujung pisau jika terkena sisa-sisa tanaman.
- Petani yang ada di Bangka Belitung sendiri masih minim dalam mengetahui perawatan dan perbaikan mesin yang ada dan saat terjadi kerusakan, sering kali membiarkan mesin begitu saja atau melakukan perbaikan dengan mencocokkan komponen yang tidak bersangkutan dengan komponen mesin. Hal itu juga dikarenakan sistem komponen dari mesin yang rumit. Untuk suku cadang mesin konvensional banyak tersedia. Tetapi hanya merek mesin yang terkenal dan memiliki ongkos yang lumayan.
- Dalam mengoperasikan mesin *cultivator* beliau sering kali terkena lonjakan batu karena sisa pengolahan tanah, tetapi disamping itu beliau melakukan pengamanan (*safety*) tambahan seperti penggunaan sepatu boots atau sarung tangan.

4.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah yang dilakukan oleh Penulis berguna sebagai tahapan awal dalam mengembangkan mesin pengolahan tanah untuk jenis tanah podsolik merah kuning. Berikut identifikasi masalah yang didapatkan dari permasalahan dalam penggunaan mesin *cultivator* oleh narasumber ketika wawancara:

- Mata pisau bajak putar (*rotary plow blade*) berjenis *J blade* pada mesin sering mengalami aus yang cepat dan patah pada ujung mata pisau dikarenakan gesekan dengan kontur tanah tanah podsolik merah kuning yang keras dan

bergumpal. Kemudian mata pisau kurang maksimal pada hasil penggemburan pada jenis tanah kita dikarenakan banyaknya sisa tanaman.

- Pada bagian bahu beliau sering merasa pegal dikarenakan perlunya tenaga ekstra saat mendorong mesin karena permukaan tanah yang tidak rata dengan mengimbangi getaran mesin, dan juga hanya mengandalkan pergerakan dari mata pisau yang beroperasi.
- Sering terjadi lonjakan batu ketika mesin beroperasi dikarenakan keamanan perlindungan mesin yang masih minim.
- Sistem komponen mesin yang rumit membuat sebagian petani enggan melakukan perbaikan dan perawatan.
- Biaya suku cadang yang lumayan dikarenakan hanya disediakan oleh merek konvensional yang diketahui saja.

Tahapan selanjutnya adalah menentukan daftar tuntutan berdasarkan identifikasi masalah yang ada untuk dilakukan penyelesaian terhadap permasalahan yang perlu diselesaikan. Berikut daftar tuntutan yang perlu Penulis selesaikan berdasarkan identifikasi masalah dipaparkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Daftar Tuntutan Pengembangan

No	Daftar Tuntutan Pengembangan
Tuntutan Primer	
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
	Melindung pengguna dari lonjakan batu saat pengolahan tanah.

Tabel 4.2 Daftar Tuntutan Pengembangan (Lanjutan)

No	Daftar Tuntutan Pengembangan
Tuntutan Sekunder	
	Suku cadang komponen yang murah.
	Mudah dalam perawatan dan perbaikan.

4.3 Penyusunan Alternatif Solusi

4.3.1 Alternatif Solusi Sistem Pengolahan Tanah

Mata pisau penggemburan (*rotary blade*) pada mesin *cultivator* firman ftl 900 h saat dioperasikan pada jenis tanah podsolik merah kuning sering mengalami aus ataupun patah yang cepat dikarenakan banyaknya sisa tanaman maupun kontur permukaan tanah yang keras. Dari permasalahan tersebut perlunya penyelesaian dengan menentukan alternatif solusi yang dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Alternatif Sistem Pengolahan Tanah

Daftar Tuntutan	Alternatif Solusi	Penilaian
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.	1. Mata pisau putar tipe L (<i>L-type rotary blade</i>).	Kelebihan: • Cocok digunakan dalam penggemburan pada kedalaman yang dangkal hingga sedang. • Digunakan pada jenis tanah berpasir dan ringan. • Part mudah difabrikasi dan diperbaiki. • Pembebanan mesin lebih ringan. Kekurangan: • Penggunaan yang tidak efektif

Tabel 4.3 Alternatif Sistem Pengolahan Tanah (Lanjutan)

Daftar Tuntutan	Alternatif Solusi	Penilaian
		tanah yang berlempung. • Gerakan penggemburannya dapat menciptakan lapisan keras seperti memadatkan tanah. • Rentan terhadap benturan benda keras. • Hasil pengolahan tanah kurang halus dikarenakan bilah pisau kurang maksimal saat pemecahan tanah.
	2. Mata pisau putar tipe C melengkung (<i>C-type curve rotary blade</i>).	Kelebihan: • Olahan tanah yang halus karena pemotongan melingkar. • Sudut lengkung dapat membuat penggemburan tanah keras secara efisien. • Mata pisau saat penembusan ke tanah merata dan tidak menyebabkan pemantulan pada tanah keras. • Penggemburan yang agresif dapat meminimalisirkan terbentuknya gumpalan tanah karena sudut mata pisau yang tajam.

Tabel 4.3 Alternatif Sistem Pengolahan Tanah (Lanjutan)

Daftar Tuntutan	Alternatif Solusi	Penilaian
		Kekurangan: • Kurang cocok terhadap tanah yang basah dan lengket. • Konsumsi daya mesin sedikit tinggi karena tekanan ujung mata pisau.
	3. Mata pisau putar berbentuk kapak (<i>axe shape rotary blade</i>).	Kelebihan: • Tahan lama dikarenakan memiliki struktur lebih tebal dan kokoh. • Cocok terhadap tanah keras dan kering. • Cocok untuk pengolahan awal (<i>primer tillage</i>). Kekurangan: • Hasil Olahan tanah yang kasar. • Bobot mata pisau yang berat menyebabkan konsumsi daya mesin yang sangat besar sehingga menyebabkan boros bahan bakar. • Dapat mempercepat kerusakan pada poros penggerak. • Biaya fabrikasi yang mahal dikarenakan kepresisian sudut

4.3.2 Alternatif Solusi Sistem Pemindah

Pemindahan mesin saat pengoperasian pada kontur permukaan tanah yang tidak rata dan hanya mengandalkan satu sistem dapat mempengaruhi kinerja pengguna dan daya mesin. Alternatif solusi dari penyelesaian permasalahan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Alternatif Sistem Pemindah Mesin

Daftar Tuntutan	Alternatif Solusi	Penilaian
Pergerakan mesin saat pengoperasian tidak mengandalkan mekanisme.	1. Sistem roda bantu (<i>wheel assisted</i>) pada mesin.	Kelebihan: • Dapat meningkatkan daya dorong pada saat pengoprasian mesin. • Pengurangan beban fisik pada pengguna karena bantuan roda penggerak pada mesin. Kekurangan: • Peningkatan sedikit bobot pada mesin dan tahanan pada komponen sangat minim. • Biaya (<i>cost</i>) fabrikasi dan perawatan yang sedikit tinggi. • Ketergantungan dalam kontur permukaan tanah. • Pergerakan tidak efektif pada lahan yang terlalu sempit.
	2. Sistem Roda dorong dengan suspensi	Kelebihan: • Memudahkan pendorongan mesin bagi pengguna.

Tabel 4.4 Alternatif Sistem Pemindah Mesin (Lanjutan)

Daftar Tuntutan	Alternatif Solusi	Penilaian
	(<i>Suspension system</i>) pada mesin.	• Meningkatkan kestabilan pergerakan ketika pengoprasian mesin dikarenakan adanya sistem suspensi yang berkerja dan • Menjadi alternatif. perlindungan bagi komponen lain pada mesin. Kekurangan: • Penambahan sedikit bobot pada mesin. • Terhambatnya pegerakan pada lahan yang terlalu sempit. Biaya (<i>cost</i>) fabrikasi dan perawatan yang sedikit lebih tinggi.
	3. Sistem roda dengan penggerak motor ganda (<i>dual drive system</i>).	Kelebihan: • Memudahkan kondisi pergerakan mesin pada berbagai jenis lahan. • Memiliki dua sistem penggerak sehingga mengurangi beban kerja komponen lainnya. • Peningkatan gaya dorongan pergerakan menjadi efisien

Tabel 4.4 Alternatif Sistem Pemindah Mesin (Lanjutan)

Daftar Tuntutan	Alternatif Solusi	Penilaian
		karena bantuan tenaga motor ekstra. Kekurangan • Bobot mesin menjadi lebih berat dibandingkan alternatif sebelumnya. • Memiliki sistem komponen yang kompleks. • Konsumsi bahan bakar lebih tinggi karena beban yang bertambah. • Pergerakan kurang efektif pada lahan kecil. • Biaya dalam produksi yang sangat tinggi

4.3.3 Alternatif Penutup untuk Pelindung

Seringnya terjadi lonjakan batu dari mata pisau dikarenakan keamanan perlindungan yang masih minim pada saat pengolahan tanah dalam penggemburan sehingga dapat mengganggu performa pengguna saat pengoperasian. Alternatif solusi untuk menyelesaikan permasalahan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Alternatif Penutup untuk Pelindung

Daftar Tuntutan	Alternatif Solusi	Penilaian
Melindung pengguna dari lonjakan batu saat pengolahan tanah.	1. Penutup berbentuk sarang lebah (<i>honey comb</i>).	Kelebihan: • Memiliki struktur kuat dan bobot yang ringan dibandingkan logam lain. • Ketahanan dalam benturan ringan seperti lonjakan batu kecil atau kerikil. • Memiliki tampilan yang menarik dalam desain. Memudahkan pengguna dalam perawatan komponen. Kekurangan:. • Pemborosan terhadap material yang digunakan dan fabrikasi yang sedikit lebih rumit. • Kurang optimal terhadap perlindungan keseluruhan karena bentuk komponen sedikit terbuka. • Penambahan bobot yang besar pada mesin.
	2. Penutup transparan dari <i>plate</i>	Kelebihan: • Memiliki bobot yang sedikit ringan dan tahan terhadap benturan.

Tabel 4.5 Alternatif Penutup untuk Pelindung (Lanjutan)

Daftar Tuntutan	Alternatif Solusi	Penilaian
	<i>polycarbonate</i> .	• Dapat membantu kinerja operator dalam melihat area kerja karena bentuk yang transparan. • Tidak mudah terjadinya korosi. • Dapat menahan sisa limbah pengolahan tanah. Kekurangan: • Ketahanan suhu tinggi yang terbatas. • Harga sedikit lebih mahal dibandingkan logam biasa. • Fabrikasi sedikit rumit dikarenakan pembentukan memerlukan sistem pemanasan. • Perlunya fabrikasi tambahan seperti pelapisan untuk ketahanan pada goresan.
	3. Penutup berbentuk rok (<i>skirt</i>) dengan bahan karet <i>polyurethane</i> .	Kelebihan: • Dapat menahan sisa limbah pengolahan tanah dengan ketahanan terhadap benturan dan goresan yang tinggi.

Tabel 4.5 Alternatif Penutup untuk Pelindung (Lanjutan)

Daftar Tuntutan	Alternatif Solusi	Penilaian
		• Memiliki bobot yang sedikit ringan. • Material memiliki sifat elastisitas dan ketahanan suhu panas yang tinggi. • Biaya produksi dan pemeliharaan yang lumayan murah. Kekurangan: • Ketebalan material mempengaruhi bobot. • Memiliki durasi waktu yang singkat dalam ketahanan korosi material.

4.4 Pemilihan Alternatif Solusi Terbaik

Pemilihan alternatif solusi terbaik dilakukan dengan metode penilaian matriks keputusan oleh Pahl dan Beitz terhadap alternatif yang sesuai pada daftar tuntutan. Penilaian pada alternatif memiliki acuan dari berbagai kriteria. Kriteria penilaian didasarkan dari kekurangan dan kelebihan tiap alternatif. Untuk rincian angka penilaian matriks keputusan pada alternatif solusi dipaparkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Rincian Angka Penilaian Matriks

Angka Penilaian	Keterangan
-1	Tidak Sesuai
0	Tidak Berpengaruh
1	Sesuai

Keterangan:

- +1: Alternatif lebih baik dari acuan kriteria.
- 0: Alternatif netral dengan acuan kriteria.
- -1: Alternatif lebih buruk dari acuan kriteria.

Berikut penilaian terhadap tiap alternatif untuk dilakukan pemilihannya:

1. Penilaian pada Alternatif Solusi Sistem Pengolahan Tanah

Penilaian dilakukan untuk pemilihan alternatif dari sistem pengolahan tanah dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Penilaian pada Alternatif Solusi Sistem Pengolahan Tanah

No.	Aspek Penilaian	Alternatif Solusi		
		1	2	3
1.	Kecocokan bentuk pisau pada kontur tanah PMK.	0	1	1
2.	Kualitas hasil olahan tanah dari mata pisau.	-1	1	-1
3.	Biaya produksi, pembelian, dan perawatan.	1	1	-1
Total Skor		0	3	-1

2. Penilaian Alternatif Solusi Sistem Pemindah Mesin

Penilaian yang dilakukan untuk pemilihan alternatif solusi pada sistem pemindah dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Penilaian pada Alternatif Solusi Sistem Pemindah Mesin

No.	Aspek Penilaian	Alternatif Solusi		
		1	2	3
1.	Stabilitas pendorongan bagi pengguna pada kontur tanah yang tidak rata.	-1	1	0
2.	Ketahanan komponen pendukung alternatif terhadap beban.	0	1	-1
3.	Penambahan bobot pada mesin.	0	0	-1
4.	Biaya produksi, pembelian, dan perawatan.	1	0	-1
Total Skor		0	2	-3

3. Penilaian Alternatif Penutup untuk Pelindung

Penilaian yang dilakukan untuk pemelihan alternatif solusi pada sistem pemindah dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Penilaian pada Alternatif Penutup untuk Pelindung

No.	Aspek Penilaian	Alternatif Solusi		
		1	2	3
1.	Ketahanan terhadap benturan material keras	1	1	1
2.	Bobot material	-1	0	1
3.	Biaya produksi, pembelian, dan perawatan.	-1	-1	1
Total Skor		-1	0	3

4.5 Perumusan Konsep dan Kriteria

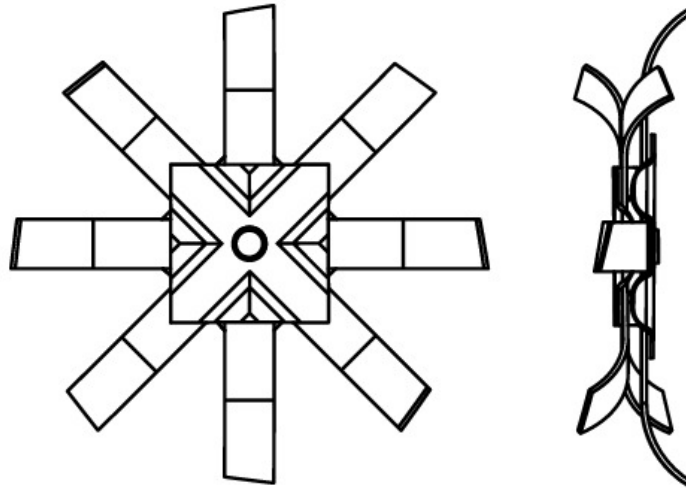
Tahapan perumusan konsep dan kriteria yang dilakukan oleh Penulis bertujuan untuk mempertimbangkan konsep desain pada alternatif solusi yang terpilih sehingga dapat memenuhi daftar tuntutan produk. Berikut perumusan konsep dan kriteria dari alternatif solusi yang terpilih:

a) Konsep desain dari alternatif yang terpilih

Tahapan konsep desain berfungsi sebagai tahapan membuat gambaran sketsa kasar dari produk yang dirancang dan dapat memudahkan penulis dalam melakukan perhitungan manual pada rancangan. Konsep desain dari produk berdasarkan dari beberapa alternatif solusi yang terpilih sesuai dengan daftar tuntutan produk dapat dipaparkan sebagai berikut:

1. Konsep Desain Sistem Pengolahan Tanah

Terpilih nya mata pisau bajak putar tipe C melengkung (*C-type curve rotary blade*) pada penilaian alternatif solusi sistem pengolahan tanah dengan keunggulan penggemburan dan penembusan yang agresif pada kontur yang keras tanpa efek pemantulan terhadap permukaan tanah. Untuk konsep desain dapat digambarkan sketsa produknya pada Gambar 4.11.

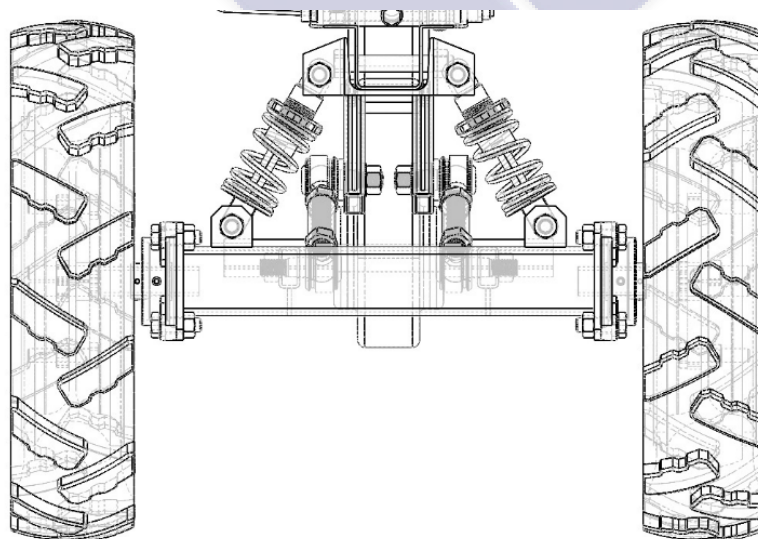


Gambar 4.11 Konsep Desain Mata Pisau *Rotary Tipe C*

2. Konsep Desain Sistem Pemindah Mesin

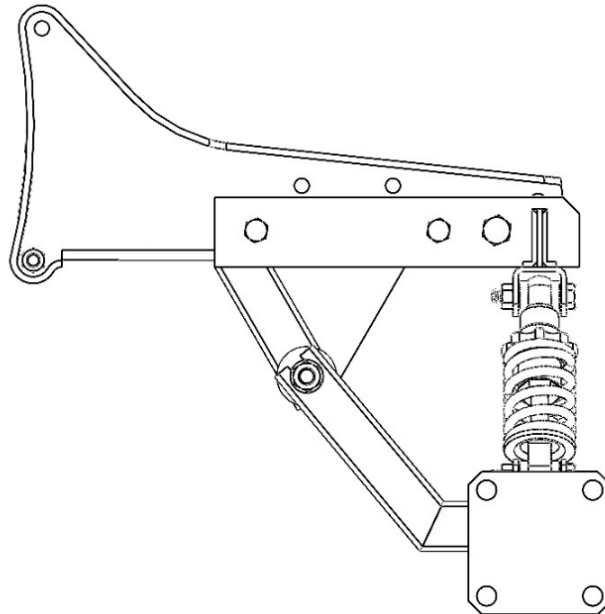
Terpilihnya sistem roda dorong dengan suspensi (*suspension system*) pada penilaian alternatif solusi sistem pemindah mesin digambar menjadi beberapa bagian. Berikut konsep desain dari beberapa bagian sistem pemindah mesin:

- Konsep desain keseluruhan dari alternatif sistem pemindah mesin dapat dilihat pada Gambar 4.12.

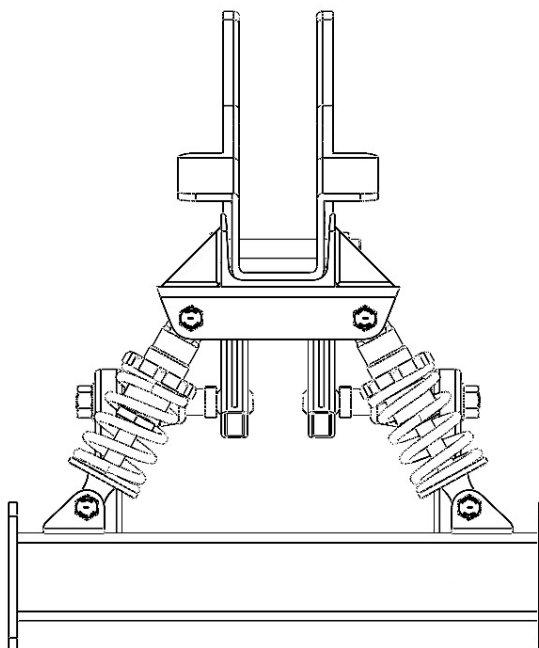


Gambar 4.12 Konsep Desain Sistem Roda Dorong dengan Suspensi

- Rangka pendukung dari sistem roda dorong dengan suspensi. Untuk tampak depan konsep desain pada sistem roda dorong dengan suspensi dapat dilihat pada Gambar 4.13 dan tampak samping pada Gambar 4.14.



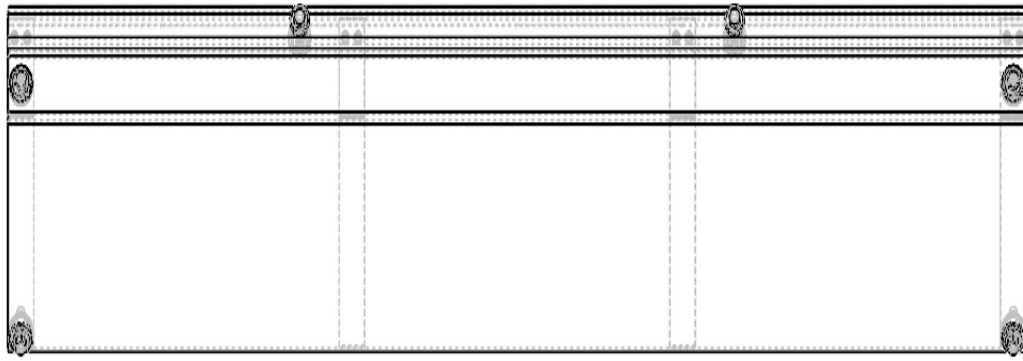
Gambar 4.13 Konsep Desain Rangka Pendukung Tampak Depan



Gambar 4.14 Konsep Desain Rangka Pendukung Tampak Samping

3. Konsep Desain Penutup untuk Pelindung

Terpilihnya penutup berbentuk rok (*skirt*) dengan bahan *polyuthrane* pada penilaian alternatif solusi penutup untuk pelindung dapat digambarkan konsep desainnya pada Gambar 4.15



Gambar 4.15 Konsep Desain Penutup untuk Pelindung

b) Keterangan Karakteristik pada Tanah Podsolik Merah Kuning

Perlunya mengetahui karakteristik pada tanah podsolik merah kuning agar rancangan yang dilakukan sesuai terhadap daftar tuntutan dari produk. Berikut karakteristik dari tanah podsolik merah kuning:

- Kontur tanah podsolik merah kuning: Relatif datar dengan sedikit bergelombang dengan *volume* $1,3 \text{ g. cm}^2$ - $1,5 \text{ g. cm}^2$.
- Memiliki tahanan tanah sebesar: 40-120 Kpa.

c) Perumusan Umum Konsep dan Kriteria Rancangan

Keseluruhan dari perumusan konsep dan kriteria rancangan dapat dirincikan sebagai berikut:

1. Deskripsi Konsep dari Rancangan Mesin Pengolahan Tanah

Secara umum deskripsi konsep dari rancangan mesin pengolahan tanah dideskripsikan menjadi mesin *cultivator* menggunakan sistem roda dorong dengan suspensi (*wheel support with suspension system*).

2. Sistem Pengolahan Tanah

Menggunakan mata pisau bajak putar tipe C melengkung (*C-type curve rotary blade*) pada sistem pengolahan tanah. Berikut beberapa kriteria yang diperlukan pada rancangan sistem pengolahan yaitu mata pisau bajak putar tipe C melengkung:

- Diameter mata pisau berukuran: 300 mm
- Menggunakan material *spring steel* 55CR3 dengan σ izin: 600 N/mm² dengan massa jenis material: 7850 Kg/m³
- *Spring steel* 55CR3 tahan terhadap benturan dan korosi dengan dilakukannya perlakuan panas pada logam untuk meningkatkan kekuatan material.
- Penggemburan yang agresif dapat mengelola tanah yang keras serta mengurangi efek pantulan mata pisau pada tanah.

3. Sistem Pemindah Mesin

Sistem pemindah mesin menggunakan roda dorong dengan sistem suspensi (*suspension system*), yaitu penggunaan pegas koil (*coil spring*) pada *shock absorber*. Berikut beberapa kriteria untuk mendukung hasil rancangan pada sistem pemindah mesin:

- Menggunakan suspensi berjenis Independen, yaitu suspensi *Mc Pherson*.
- Penambahan rangka pendukung untuk roda pendorong.
- Menggunakan pegas koil (*coil spring suspension*) dikarenakan mudah didapatkan dan cocok untuk beban kapasitas sedang.
- Penggunaan pegas koil *shock absorber* berjenis *rear shock* 125 mm dengan daya tahan pembebanan 60 kg sebagai pengurangan beban kejutan dan menstabilkan getaran dalam melintasi permukaan tidak rata ketika mesin *cultivator* beroperasi.
- Memberikan gaya penekanan dan pemulihan untuk keseimbangan sistem pemindah saat mengalami defleksi.

4. Penutup untuk pelindung

Penutup untuk perlindungan memiliki penutup berbentuk rok (*skirt*) dengan bahan *polyurethane* dan dapat dirincikan kriterianya sebagai berikut:

- Digunakan sebagai rok (*skirt*) perlindungan bagi pengguna.

- Tahan benturan saat terkena batu atau tanah yang dihasilkan mata pisau ketika bekerja.
- Menggunakan material *polyurathane sheet* padat dengan ketebalan 3 mm
- Memiliki massa jenis material: 1200 Kg/m^3 .
- Mudah dalam perawatan dan pembersihan.

5. Komponen pendukung

Komponen pendukung berfungsi sebagai penunjang dari sistem pemindah mesin, yaitu roda dorong dengan suspensi. Berikut beberapa komponen yang digunakan pada sistem pemindah mesin:

- Rangka pendukung: Sebagai penopang dari sistem pemindah didukung dengan perlakuan khusus. Untuk komponen dan material yang digunakan adalah sebagai berikut:
 - Besi profil *hollow rectangle* dengan ukuran 30 mm x 15 mm dan ukuran 50 mm x 30mm.
 - Besi UNP dengan ukuran 65 mm x 42 mm.
 - Material tipe SS400 dengan σ izin = 163 N/mm^2 .
- *Housing Bearing* tipe UCF 204 dengan material standar.
- *Rod and Bearing* tipe RB10D berfungsi menjaga kestabilan roda dikarenakan adanya *swing arm*
- *Bracket rear shock* 125 mm.

Keseluruhan kriteria konsep desain dari rancangan mesin pengolahan tanah untuk jenis tanah podsolik merah kuning agar berfungsi sesuai dengan sistem dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Kriteria Konsep Desain

No	Kriteria Desain	Keterangan	Tujuan
1.	Jenis Mesin <i>Cultivator</i>	Merk mesin: mesin <i>cultivator</i> firman ftl 900 H	Melakukan rancangan mesin pengolahan tanah untuk jenis tanah podsolik merah kuning.

Tabel 4.10 Kriteria Konsep Desain (Lanjutan)

No	Kriteria Desain	Keterangan	Tujuan
2.	Konsep Desain Pengembangan Mesin	Mesin <i>cultivator</i> menggunakan sistem roda dorong dengan suspensi (<i>suspension system</i>).	- Mesin mampu beroperasi pada tanah podsolik merah kuning yang ada di Bangka Belitung yang memiliki kontur permukaan keras, bergumpal, berbatuan, dan banyaknya sisa gulma. - Mesin bergerak tanpa mengandalkan satu mekanisme dan meringankan tenaga pengguna.
3.	Sistem Pengolahan Tanah	Menggunakan mata pisau bajak putar tipe C melengkung (<i>C-type curve rotary blade</i>)	- Menggunakan material <i>spring steel</i> 55CR3 dengan σ izin: 600 N/mm² dan Diameter mata pisau berukuran = 300 mm <i>Spring steel</i> 55CR3 tahan terhadap benturan dan korosi dengan perlakuan panas pada logam untuk penambahan kekuatan material - Penggemburan yang agresif dan tidak memiliki pantul saat mengelola tanah yang keras.
4.	Sistem pemindahan mesin.	Menggunakan roda dorong dengan sistem suspensi	- Penggunaan sistem suspensi indepeden yaitu <i>mc pherson</i>. - Menggunakan suspensi pegas koil (<i>coil spring suspension</i>).

Tabel 4.10 Kriteria Konsep Desain (Lanjutan)

No	Kriteria Desain	Keterangan	Tujuan
		(<i>suspension system</i>), yaitu penggunaan pegas koil (<i>coil spring</i>) pada <i>shock absorber</i> .	• Penggunaan pegas koil <i>shock absorber</i> berjenis <i>rear shock</i> 125 mm dengan daya tahan pembebanan 60 kg sebagai pengurangan beban kejut dan menstabilkan getaran dalam melintasi permukaan tidak rata ketika mesin <i>cultivator</i> beroperasi. • Memberikan gaya penekanan dan pemulihan untuk keseimbangan saat pegas mengalami defleksi. • Adanya rangka pendukung dengan menggunakan komponen tambahan seperti: - Besi profil <i>hollow rectangle</i> dengan ukuran 30 mm x 15 mm dan ukuran 50 mm x 30mm. - Besi UNP dengan ukuran 65 mm x 42 mm. - Material tipe (SS400 dengan σ izin = 163 N/mm²).

Tabel 4.10 Kriteria Konsep Desain (Lanjutan)

No	Kriteria Desain	Keterangan	Tujuan
5.	Sistem penutup untuk pelindung.	Penutup karet berbentuk rok (<i>skirt</i>) dengan bahan <i>sheet polyuthrane</i> padat	Menahan sisa pengolahan tanah yaitu material keras yang dihasilkan oleh pisau.
6.	Komponen pendukung,	Beberapa komponen pendukung yang digunakan pada sistem pemindah mesin adalah sebagai berikut: - Rangka pendukung. - <i>Housing bearing</i>. - <i>Rod end bearing</i>. - <i>Absorber shock</i> berjenis <i>rear shock 125 mm</i>. - <i>Bracket rear shock</i>.	Sebagai pendukung dan penunjang dari sistem pemindah agar lebih optimal dalam sistem pemindah mesin.

4.5 Perhitungan Manual

4.5.1 Perhitungan Gaya pada Mata Pisau

Tahapan ini dilakukan perhitungan untuk mengetahui seberapa optimal gaya pada mata pisau bajak putar tipe C melengkung (*C-type curve rotary blade*) yang bekerja pada tanah podsolik merah kuning dengan mesin *cultivator* firman ftl 900 H. Berikut beberapa perhitungan yang dilakukan pada mata pisau

1. Kecepatan Putaran Mesin Cultivator yang Tereduksi *Gearbox*

Mesin *cultivator* firman ftl 900 H memiliki putaran mesin sebesar 3600 rpm dengan rasio gearbox, yaitu gigi maju 1 adalah 1:30, gigi maju 2 adalah 1:25, dan gigi mundur adalah 1:35. Untuk hasil perhitungan yang pada kecepatan putaran mesin yang tereduksi oleh *gearbox* dengan menggunakan persamaan (2.1) adalah sebagai berikut:

$$\text{Rpm gigi Maju 1} = 3600 \times \frac{1}{30} = 120 \text{ Rpm} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\text{Rpm gigi maju 2} = 3600 \times \frac{1}{25} = 144 \text{ Rpm} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\text{Rpm gigi mundur} = 3600 \times \frac{1}{35} = 102,8 \text{ Rpm} \dots\dots\dots(2.1)$$

2. Torsi pada Poros

Daya pada mesin *cultivator* firman ftl 900 H adalah 4500 watt dan Rpm output tertinggi adalah 144 Rpm. Untuk mengetahui hasil perhitungan sudut putaran pada torsi dan nilai torsi menggunakan persamaan (2.2) dan (2.3) adalah sebagai berikut :

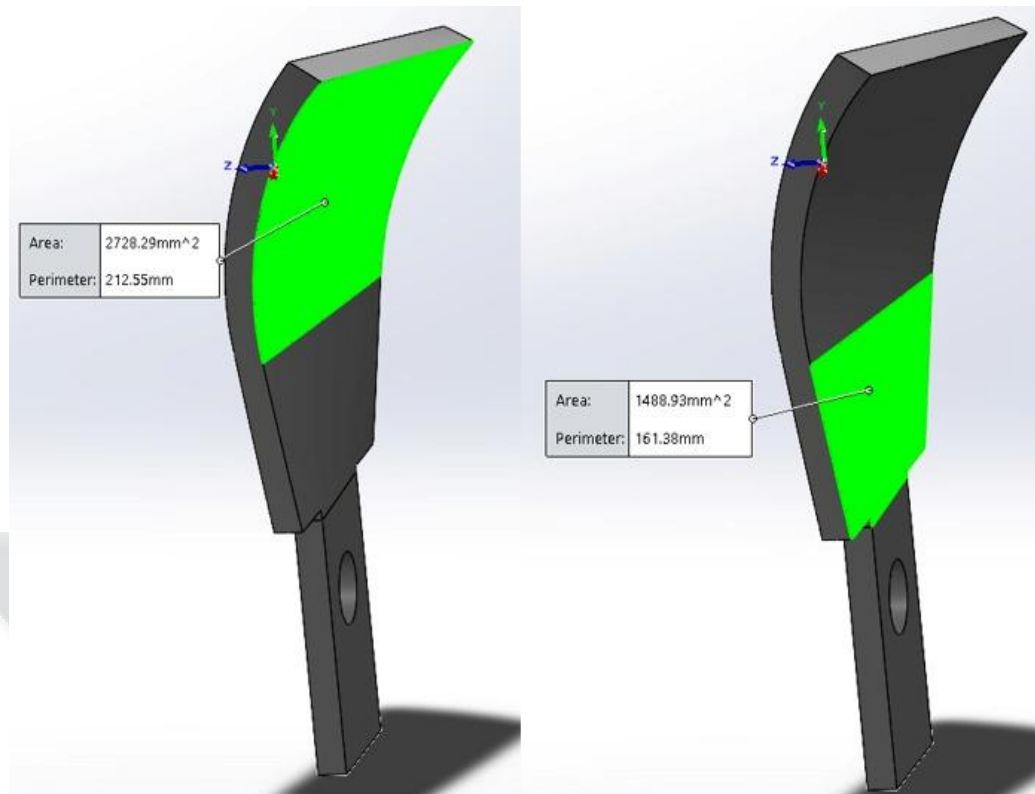
$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot 144}{60} = 15,07 \text{ rad/s}$$

$$T = \frac{p}{\omega} = \frac{4500 \text{ watt}}{15,07 \text{ rad/s}} = 298,61 \text{ N.m} = 298\,610 \text{ N.mm}$$

3. Luas Penampang Mata Pisau

Untuk hasil pada luas penampang mata pisau didapatkan melalui perhitungan *software solidworks* yang dapat dilihat pada Gambar 4.16 dengan hasil perhitungan menggunakan persamaan (2.4) adalah berikut:

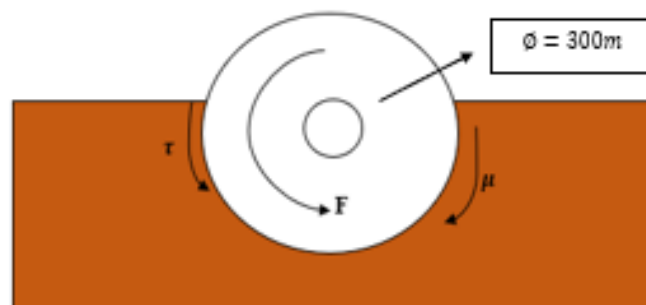
$$A_p = 2.728,29 \text{ mm}^2 + 1.488,93 \text{ mm}^2 = 4.217,22 \text{ mm}^2$$



Gambar 4.16 Luas Penampang Mata Pisau

4. Gaya pada Mata Pisau

Untuk menentukan hasil perhitungan gaya yang terjadi pada mata pisau bajak putar tipe C melengkung (*C-type curve rotary blade*) dengan acuan diagram benda bebas dan dapat dilihat pada Gambar 4.17. Seluruh perhitungan gaya pada mata pisau yang dilakukan adalah sebagai berikut:

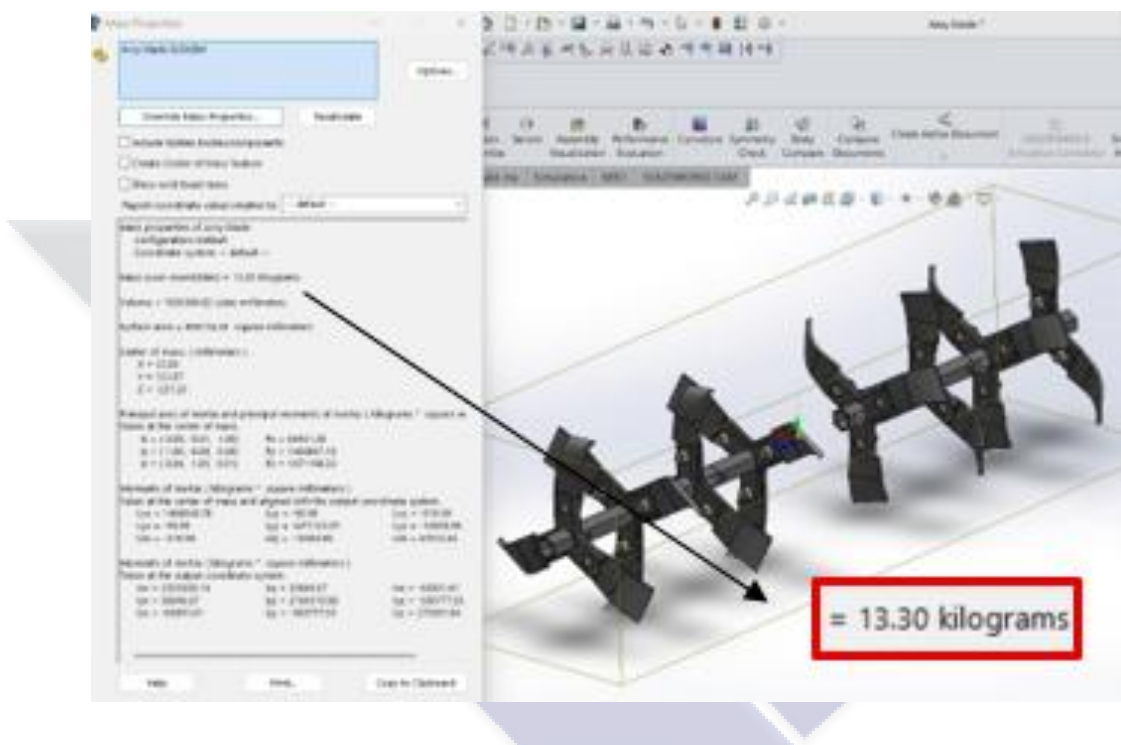


Gambar 4.17 Diagram Benda Bebas saat Mata Pisau Bekerja

a) Gaya Gravitasi Mata Pisau

Total massa mata pisau dengan material *spring steel alloy 55CR3* melalui hasil dari *software solidwork* adalah 13,30 yang ditunjukkan pada Gambar 4.18. Untuk hasil perhitungan gaya gravitasi mata pisau dengan persamaan (2.5) adalah sebagai berikut:

$$F_g = w \times g = 13,30 \text{ Kg} \times 9,81 \text{ N} = 130,47 \text{ N}$$



Gambar 4.18 Hasil Total Bobot pada Mata Pisau

b) Gaya Normal Pisau yang Dihasilkan Mesin

Torsi pada poros adalah 298.610 N dan Jari-jari mata pisau (r) adalah 150 mm, maka gaya normal pisau yang dihasilkan mesin dengan menggunakan persamaan (2.6) adalah sebagai berikut:

$$F_p = \frac{T}{r} = \frac{298.619 \text{ N} \cdot \text{mm}}{150 \text{ mm}} = 1.990,73 \text{ N}$$

$$F_p = F_p + F_g = 1.990,73 \text{ N} + 130,47 \text{ N} = 2.122,2 \text{ N}$$

c) Gaya Dinamis Pemotongan Mata Pisau saat Menekan Tanah

Tahanan tanah podsolik merah kuning adalah 40 kPa = 40.000 N/m² dan Luas penampang mata pisau adalah 4.217,22 mm². Untuk perhitungan pada gaya dinamis pemotongan mata pisau melalui persamaan (2.7) adalah sebagai berikut:

$$F_d = \frac{P \cdot A}{F_p} = \frac{40.000 \text{ N/m}^2 \cdot 4,21 \text{ m}^2}{2.122,2 \text{ N}} = 79,36 \text{ N}$$

Jadi, didapatkan total gaya pemotongan pada mata pisau adalah sebagai berikut:

$$F_p \text{ total} = 1.990,73 \text{ N} + 130,47 \text{ N} + 79,36 \text{ N} = 2.201,56 \text{ N}$$

d) Gaya Gesek Mata Pisau

Koefisien gesek tanah podsolik adalah 0,35 dan total gaya pemotongan pada mata pisau adalah 2.201,56 N. Untuk hasil perhitungan pada gaya geser mata pisau dengan menggunakan persamaan (2.8) adalah sebagai berikut:

$$F_\tau = \mu \times F_p = 0,35 \times 2.201,56 \text{ N} = 770,54 \text{ N}$$

e) Kecepatan Potong pada Mata Pisau

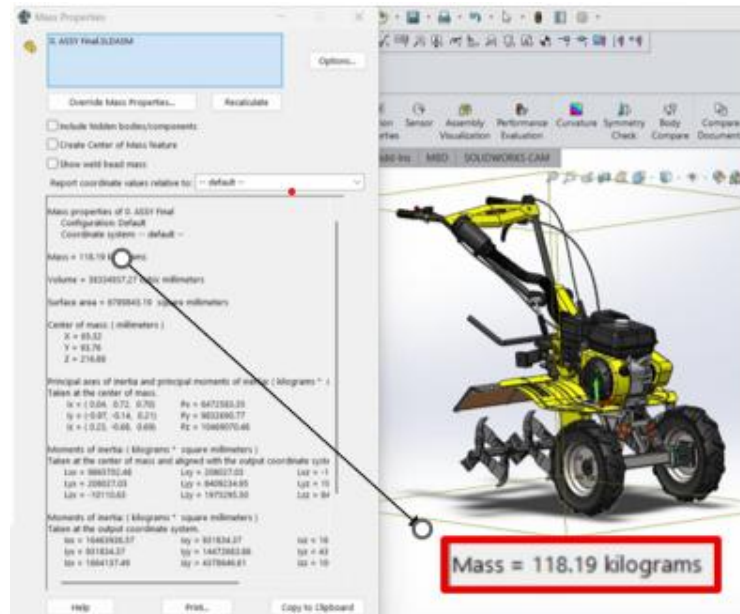
Diameter mata pisau berdasarkan Gambar 4.17 adalah 300 mm dan Kecepatan motor yang tereduksi oleh *gearbox* paling besar adalah 144 rpm. Untuk hasil perhitungan kecepatan potong pada mata pisau melalui persamaan (2.9) adalah sebagai berikut:

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000 \times 60} = \frac{\pi \cdot 300 \text{ mm} \cdot 144 \text{ rpm}}{1000 \times 60} = 2,26 \text{ m/s}$$

2.5.2 Perhitungan Pegas pada Sistem Suspensi

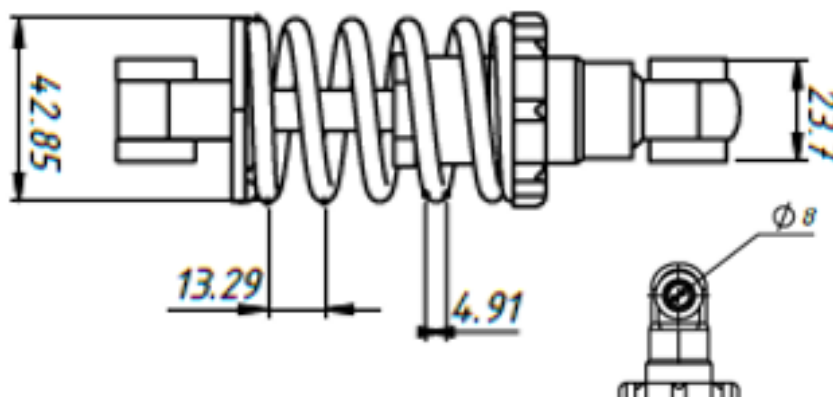
Perhitungan pegas pada sistem suspensi bertujuan untuk mengetahui bekerjanya pegas atau tidak pada sistem suspensi. Dalam perhitungan pegas perlunya mengetahui data-data yang diperlukan agar dapat digunakan pada perhitungan. Berikut beberapa data yang diperlukan pada perhitungan pegas:

- Total massa keseluruhan mesin *cultivator* hasil rancangan pada *software solidwork* sebesar 118,90 Kg dan dapat dilihat pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19 Total Bobot Rancangan Mesin *Cultivator*

- *Shock absorber* berjenis *rear shock* 125 mm memiliki ketahanan beban 60 kg yang memiliki nilai defleksi 49 mm. Lalu memiliki dimensi dengan panjang awal pegas terpasang adalah 62,47 mm, diameter dari kawat pegas adalah 4,91 mm, Diameter lilitan kawat adalah 42,85 mm, dan memiliki 5 jumlah lilitan kawat dengan material pada kawat adalah *spring steel 55CR3* yang memiliki σ izin = 600 N/mm². Bentuk *shock absorber* yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 4.20



Gambar 4.20 Dimensi *Rear Shock* 125

Terkumpulnya seluruh data yang dapat digunakan untuk beberapa perhitungan pegas pada sistem suspensi. Beberapa perhitungan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Pembebanan pada Pegas

Perlunya mengetahui daya beban seluruh pegas *shock absorber* yang berada pada rancangan mesin cultivator. Berikut hasil perhitungan yang didapatkan pembebanan pada pegas:

$$= \text{Beban keseluruhan mesin} < \text{Ketahanan beban shock} \times \text{Jumlah Shock}$$

$$= 118,90 \text{ Kg} < (60 \text{ kg} \times 2 \text{ Buah Shock}) = 118,90 \text{ Kg} < 120 \text{ Kg}$$

2. *Solid Length*

Untuk mengetahui *solid length* pegas, yaitu panjang maksimal pegas dalam kondisi penekanan. Pada perhitungan *solid length* perlunya mengetahui jumlah lilitan kawat adalah 5 dan diameter kawat pegas adalah 4,91 mm. Dengan menggunakan persamaan (2.10) didapatkan hasilnya sebagai berikut:

$$L_s = n' \times d = 5 \times 4,91 \text{ mm} = 24,55 \text{ mm}$$

3. *Free Length*

Dalam perhitungan *free length* atau panjang bebas maksimal pegas saat pembebanan perlunya mengetahui panjang awal pegas ketika terpasang yaitu 62,47 mm dan defleksi pemulihan pada pegas saat pembebanan yaitu 62,47 mm – 49 mm adalah 13,47 mm. Berikut hasil perhitungan yang didapatkan dengan menggunakan persamaan (2.11):

$$L_f = L_p + \delta p = 62,47 \text{ mm} + 13,47 \text{ mm} = 75,94 \text{ mm}$$

4. Konstanta Pegas

Pada perhitungan konstanta pegas atau kekakuan pegas dapat menggunakan total massa keseluruhan rancangan mesin yaitu 118,90 kg atau 1.166,409 N (Fw)

dan defleksi tekan pegas dengan daya pembebanan 60 kg adalah 49 mm. Dengan menggunakan persamaan (2.12) didapatkan hasilnya sebagai berikut:

$$K = \frac{N}{\delta t} = \frac{1.166,409 \text{ N} : 2}{49 \text{ mm}} = 11,90 \text{ N/mm}$$

5. Deformasi Pegas pada Shock

Dilakukannya perhitungan ini berfungsi untuk mengetahui deformasi pegas pada *shock absorber* yang bekerja secara statis atau dinamis ketika pengolahan tanah beroperasi melewati tanah yang tidak rata. Beban total komponen atas motor, *pulley and belt*, serta rangka bawaan atau pendukung adalah 316,56 N yang dibebankan pada 2 buah *shock absorber* dengan sudut kemiringan pada posisi pegas adalah 61°. Lalu konstanta pada pegas memiliki nilai 11,90 N/mm. Berikut perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui deformasi pegas yang bekerja secara statis atau dinamis.

- Deformasi Statis pada Pegas

Deformasi statis pegas merupakan kondisi mesin *cultivator* saat diam dengan gaya yang diberikan per *shock* nya adalah 158,28 N dengan gaya yang diterima pegas pada posisi kemiringan sudut 61° adalah 326,48 N. Dengan menggunakan persamaa (2.13) maka didapatkan hasil perhitungannya sebagai berikut:

$$\varepsilon = \frac{F}{K} = \frac{326,48 \text{ N}}{11,9 \text{ N/mm}} = 27,43 \text{ mm}$$

1. Deformasi Dinamis pada Pegas

Deformasi ini merupakan deformasi yang bekerja pada pegas ketika melewati kontur tanah yang tidak rata dengan nilai pembebanan yang diasumsikan 15 % menghasilkan gaya sebesar 375,44 N pada pegas posisi kemiringan sudut 61°. Dengan menggunakan persamaan (2.13), maka deformasi dinamis pada pegas adalah sebagai berikut

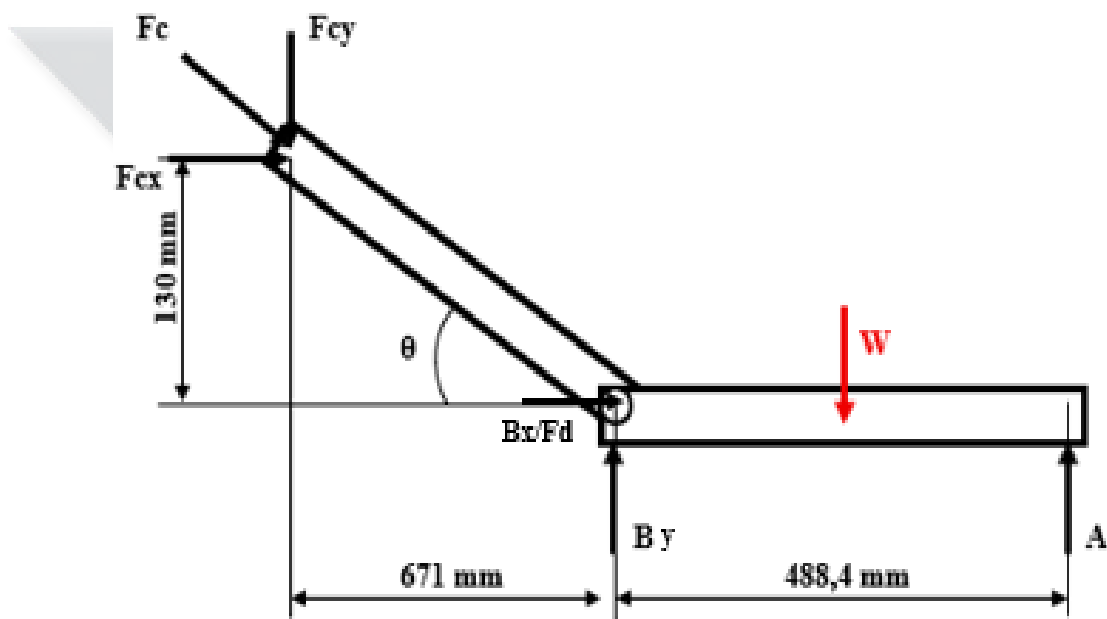
$$\varepsilon = \frac{F}{K} = \frac{375,44 \text{ N}}{11,9 \text{ N/mm}} = 31,54 \text{ mm}$$

4.5.3 Gaya dorong dan Gaya traksi

Perhitungan gaya dorong atau tekan dan traksi berfungsi mengetahui apakah pengguna mesin dapat mendorong maupun menekan mesin *cultivator* pada saat mengolah tanah podsolik merah kuning tersebut. Berikut perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui gaya dorong dan gaya traksi mesin saat beroperasi:

1. Gaya Dorong

Gaya normal dari total massa rancangan mesin adalah 1.166,409 N. Berikut perhitungan gaya dorong atau tekan yang dilakukan oleh Penulis melalui persamaan keseimbangan $\Sigma F_y = 0$ dan $\Sigma F_x = 0$ berdasarkan diagram benda bebas gaya dorong atau tekan yang ditunjukkan pada Gambar 4.21.



Gambar 4.21 Diagram Benda Bebas Gaya Dorong atau Tekan

$$\tan^{-1} = \left(\frac{671 \text{ mm}}{130 \text{ mm}} \right) = 79,03^\circ$$

$$F_c/W = 1.166,409 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$- F_{cy} \sin 79,03 - W + B_y = 0$$

$$B_y = F_{cy} \sin 79,03 + 1.166,409 \text{ N}$$

$$B_y = 1.166,409 \text{ N} \sin 79,03 + 1.166,409 \text{ N} = 2.311.504 \text{ N}$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$F_{cx} \cos 79 + B_x = 0$$

$$1.166,409 \text{ N} \cos 79,03 + B_x = 0$$

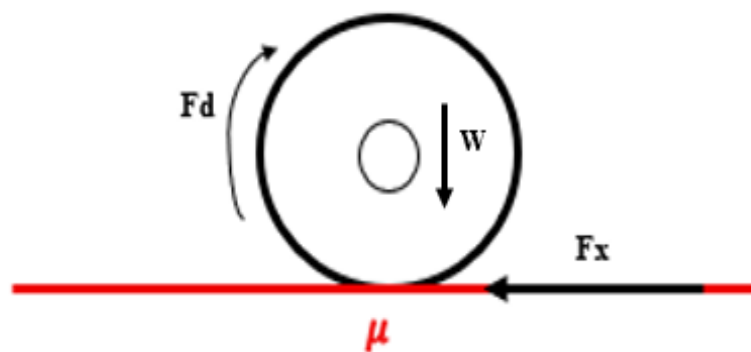
$$B_x = 1.166,409 \text{ N} \cos 79,03 = 221,961 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} F_{d/B} &= \sqrt{(B_y)^2 + (B_x)^2} = \sqrt{(2.311.504 \text{ N})^2 + (221,961 \text{ N})^2} \\ &= 2.322,136 \text{ N (Gaya Dorong dan Tekan)} \end{aligned}$$

2. Gaya Traksi Mesin

Koefisien gesek pada tanah podsolik merah kuning adalah 0,35 dan gaya dorong (F_d) yang didapatkan adalah 2.322.136 N. Melalui persamaan (2.14), Berikut hasil yang didapatkan pada perhitungan dengan acuan diagram benda bebas gaya traksi pada Gambar 4.22:

$$F_x \text{ pada Tanah PMK} = \frac{\mu \cdot W}{1 - \mu} = \frac{0,35 \cdot 2.322,136 \text{ N}}{1 - 0,35} = 1.250,380 \text{ N}$$



Gambar 4.22 Diagram Benda Bebas Gaya Traksi Mesin

4.5.4 Perhitungan Gaya pada Rangka Pendukung

Perhitungan gaya pada rangka pendukung bertujuan untuk mengetahui seberapa besar gaya yang diterima pada rangka pendukung yang terhubung dengan

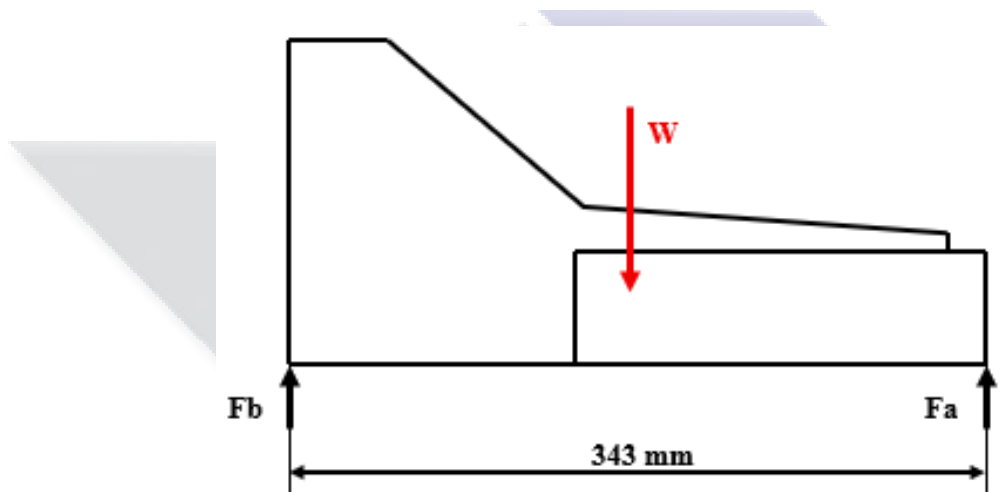
rangka asli pada mesin dan rangka pendukung yang diikat dengan baut berukuran M8 dan M10. Berikut hasil perhitungan yang dilakukan oleh Penulis melalui persamaan kesetimbangan $\Sigma F_y = 0$ dengan acuan diagram benda bebas pada Gambar 4.23:

$$\Sigma F_y = 0$$

$$F_b - W = 0$$

$$F_b - 1.166,409 \text{ N} = 0$$

$$F_b = 1.166,409 \text{ N (Fa)}$$



Gambar 4.23 Diagram Benda Bebas Gaya pada Rangka Pendukung

4.5.5 Perhitungan Gaya pada *Shaft* Ban

Perhitungan gaya pada *shaft* memiliki tujuan untuk mengetahui seberapa besar gaya yang diterima oleh *shaft* ban dalam menopang bobot keseluruhan mesin. Dengan massa ban *mini tracktor* standar adalah 10 kg/buah didapatkan berdasarkan hasil *software solidwork* yang ditunjukkan pada gambar 4.24 dan Gaya normal dari total massa rancangan mesin adalah 1.166,409 N maka perhitungan gaya pada *shaft* ban yang dilakukan dengan acuan diagram benda bebas pada Gambar 4.25 adalah sebagai berikut:

Mencari F_b sebagai gaya dari ban:

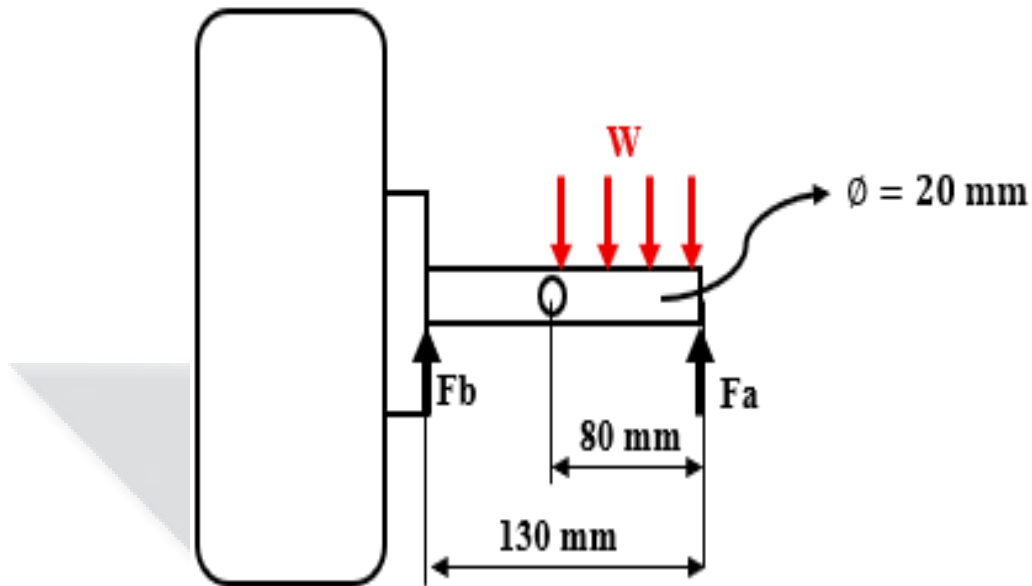
$$F_b = w \times g = 10 \text{ kg} \times 9,81 \text{ N} = 98.1 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

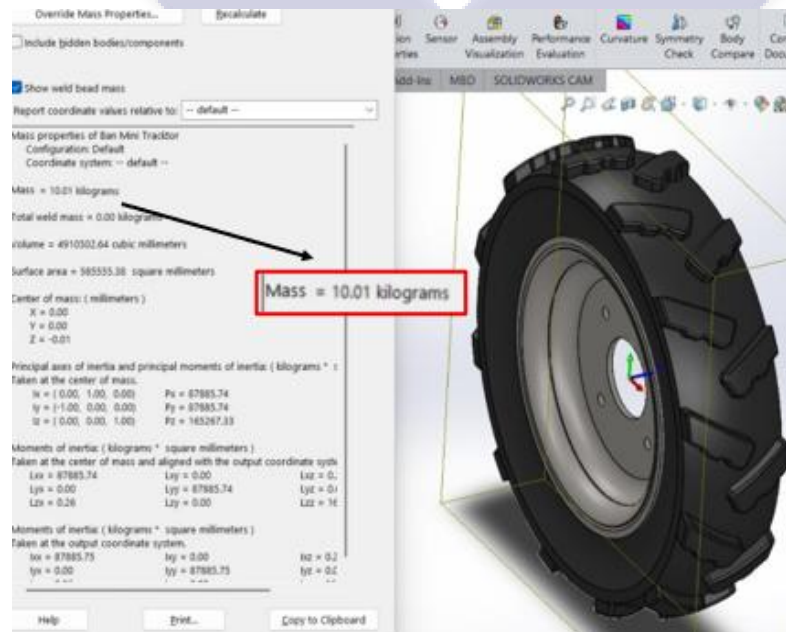
$$F_b - W + F_a = 0$$

$$F_b - 583,204 \text{ N} + F_a = 0$$

$$F_a = 583,204 \text{ N} - 98,1 \text{ N} = 485,104 \text{ N}$$



Gambar 4. 24 Diagram Benda Bebas Gaya pada *Shaft* Ban



Gambar 4.25 Total Bobot Ban pada Mesin *Cultivator*

4.5.6 Hasil Semua Perhitungan Gaya

Didapatkannya seluruh hasil perhitungan gaya yang dihasilkan pada perhitungan manual dapat dirumuskan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Manual Gaya

No	Gaya Perhitungan Manual	Keterangan
1.	Gaya normal mesin (total bobot mesin) (F_w)	1.166,409 N
2.	Konstanta pada pegas suspensi	26,50 N/mm
	Daya yang diterima 1 pegas	583,204 N
	Deformasi pegas <i>shock</i> saat posisi statis	27,43mm
	Deformasi pegas <i>shock</i> saat posisi dinamis	31,54 mm
3.	Gaya pada mata pisau	
	Gaya normal pada mata pisau (F)	2.201,56 N
	Gaya gesek mata pisau ($F\tau$)	770,54 N
4.	Gaya dorong atau tekan saat beroperasi (F_d)	2.322,136 N
	Gaya traksi di tanah podsolik merah kuning (F_x)	1.250.380 N
5.	Gaya komponen tertentu	
	Gaya pada rangka pendukung	1.166,409 N
	Gaya pada <i>shaft</i> ban	485,104 N

Sumber: Hasil Keseluruhan Perhitungan Manual Gaya

4.5.7 Tegangan Material pada Komponen

Tahapan ini berfungsi untuk mengetahui kekuatan bahan dari tiap komponen yang kritis oleh pembebanan dalam perancangan saat digunakan. Untuk pembuktian tersebut, Penulis melakukan contoh salah satu perhitungan pada tegangan bengkok dan geser material pada mata pisau saat mata pisau mengolah tanah podsolik merah kuning. Berikut adalah contoh salah perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.15) dan (2.16) yaitu tegangan normal dan geser:

2. Tegangan Normal pada Mata Pisau

Material pada mata pisau menggunakan material *steel alloy 55CR3* dengan $\sigma_{izin} = 600 \text{ N/mm}^2$ dengan Luas penampang adalah $4.217,22 \text{ mm}^2$. Lalu terjadinya gaya yang bekerja pada penampang mata pisau yaitu gaya normal total pemotongan sebesar 2.201,56 N. Perhitungan yang didapatkan dengan menggunakan persamaan (2.15) adalah sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{Fp}{A} < \sigma_{izin} = \frac{2.201,56 \text{ N}}{4.217,22 \text{ mm}^2} < 600 \text{ N/mm}^2 = 0,522 \text{ N/mm}^2 < 600 \text{ N/mm}^2$$

1. Tegangan Geser pada Mata Pisau

Tegangan geser pada mata pisau disebabkan oleh gaya geser yang dihasilkan sebesar 770,54 N dan bekerja pada luas penampang mata pisau dengan luas $4.217,22 \text{ mm}^2$. Dengan menggunakan persamaan (2.16) maka perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

$$\tau = \frac{F\tau}{A} < \sigma_{izin} = \frac{770,54 \text{ N}}{4.217,22 \text{ mm}^2} < 600 \text{ N/mm}^2 = 0,182 \text{ N/mm}^2 < 600 \text{ N/mm}^2$$

4.5.8 Hasil Perhitungan Kekuatan Material

Hasil keseluruhan pada perhitungan manual dari kekuatan material dengan perhitungan tegangan material dapat dilihat melalui Table 4.12.

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Manual Kekuatan Material Komponen

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

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Manual Kekuatan Material Komponen (Lanjutan)

No	Kekuatan Material Komponen	Nilai Tegangan Terjadi	Tegangan Izin (σ_{izin})
	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

4.5.9 Perhitungan Faktor Keamanan Pembebanan Material

Untuk memastikan keamanan pada material maka dilakukannya perhitungan faktor keamanan (safety factor) pada pembebanan material berdasarkan Tabel 4.12. Dengan menggunakan persamaan (2.17) maka contoh perhitungan dari keseluruhan faktor keamanan yang dilakukan adalah faktor keamanan pada tegangan normal mata pisau bertujuan untuk mengetahui batas keamanan dari kekuatan material pada mata pisau. Maka perhitungan faktor keamanan pada tegangan normal mata pisau adalah sebagai berikut:

$$(Sf) = \frac{600 \text{ N/mm}^2}{0,522 \text{ N/mm}^2} = 1.150$$

Untuk hasil keseluruhan perhitungan faktor keamanan pada kekuatan material komponen dapat dipaparkan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan 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

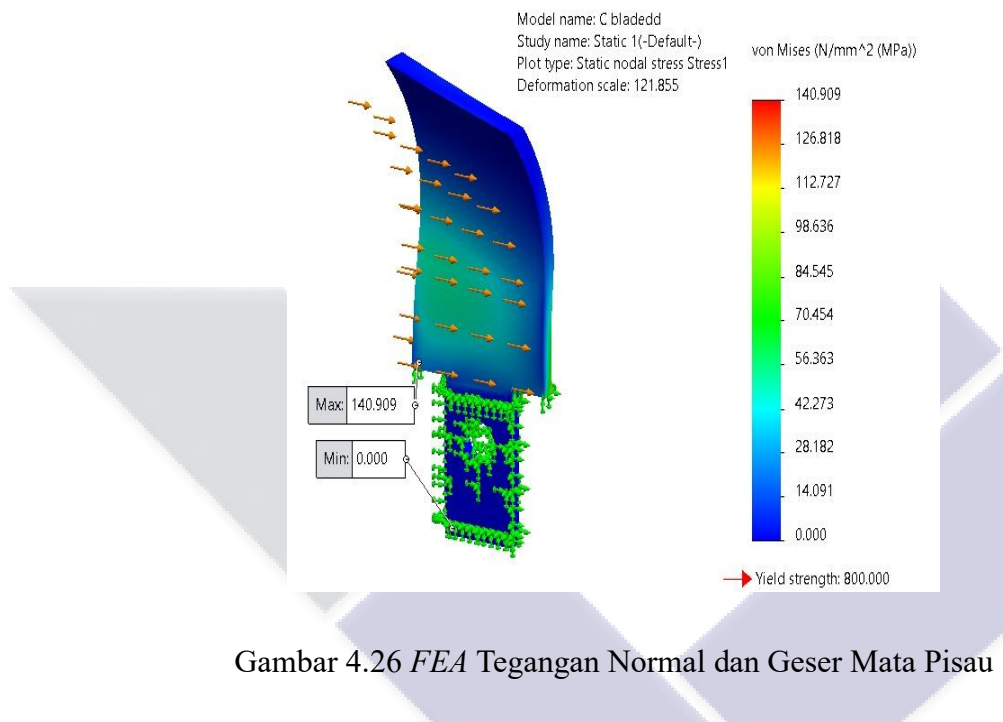
Sumber: Hasil Keseluruhan Perhitungan Manual Faktor Keamanan pada Kekuatan Material

4.6 Analisis Perhitungan pada Digital

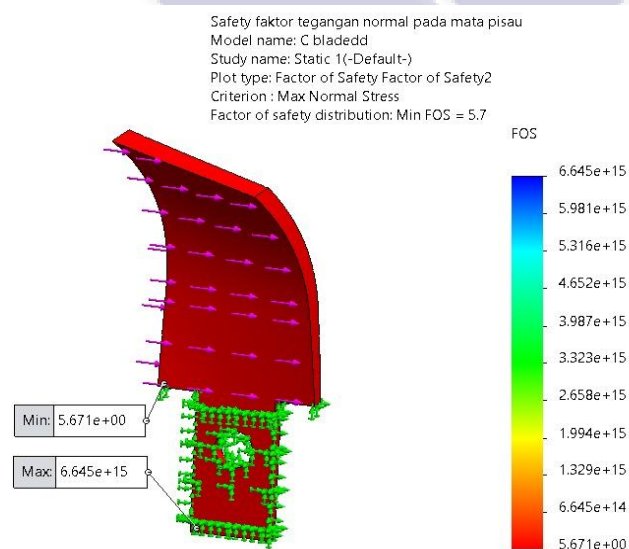
Berdasarkan perhitungan manual dengan hasil pada tabel 4.12 dan tabel 4.13, tahapan selanjutnya dilakukan *finite element analysis* untuk memvisualisasikan hasil tegangan kekuatan material komponen dan faktor keamanan material yang dimiliki. Berikut hasil dari visualisasi perhitungan manual pada tegangan kekuatan material dan faktor keamanan sebagai berikut:

A). Hasil *FEA* pada Mata Pisau *Cultivator* Tipe C

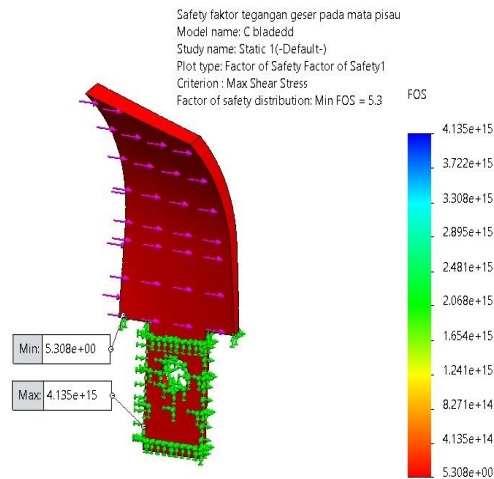
Pada perhitungan manual kekuatan material didapatkan tegangan normal sebesar $0,522 \text{ N/mm}^2$ dengan pemberian gaya gesek sebesar $770,54 \text{ N}$ dan faktor keamanan sebesar $1.149,42$. Lalu Untuk tegangan geser sebesar $0,182 \text{ N/mm}^2$ dan faktor keamanan sebesar 3.297 . Kedua tegangan divisualisasikan pada Gambar 4.26 dan faktor keamanan pada Gambar 4.27 atau Gambar 4.28.



Gambar 4.26 FEA Tegangan Normal dan Geser Mata Pisau



Gambar 4.27 FEA Faktor Keamanan Tegangan Normal Mata Pisau

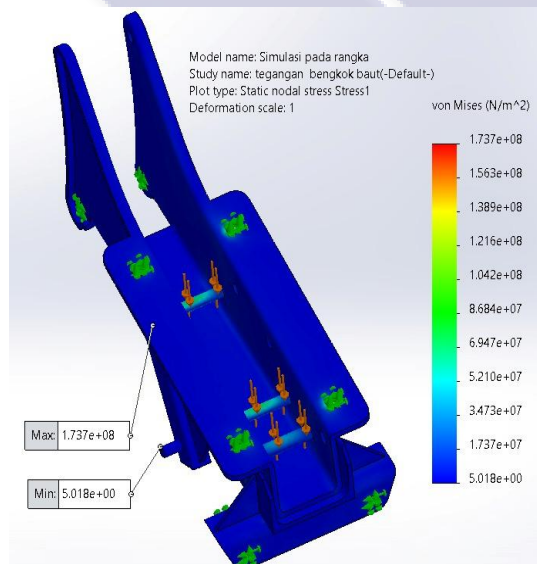


Gambar 4.28 *FEA* Faktor Keamanan Tegangan Geser Mata Pisau

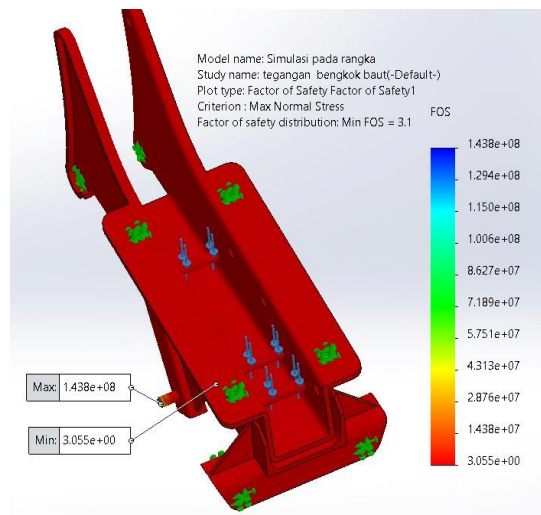
B). Hasil *FEA* pada Baut dan Rangka Pendukung

1). Tegangan bengkok pada baut pengikat

Perhitungan manual tegangan bengkok baut M8 dan M10 pada rangka pendukung didapatkan tegangan sebesar $88,84 \text{ N/mm}^2$ dan $74,25 \text{ N/mm}^2$ dengan pemberian gaya sebesar $1.166,409 \text{ N}$. Untuk perhitungan faktor keamanan yang didapatkan pada baut M8 dan M10 adalah 4 dan 5. Berikut hasil visualisasi pada *FEA* tegangan bengkok dan faktor keamanan baut yang ditunjukkan pada gambar 4.29 dan gambar 4.30.



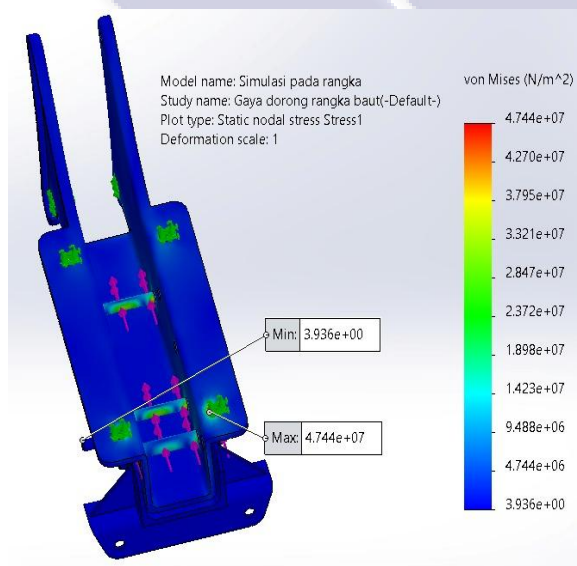
Gambar 4.29 *FEA* Tegangan Bengkok Baut Rangka



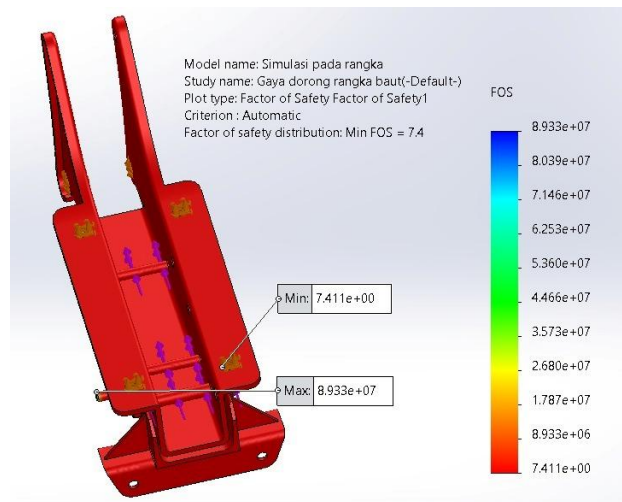
Gambar 4.30 *FEA* Faktor Keamanan Tegangan Bengkok Baut

2). Tegangan geser baut pengikat

Perhitungan manual tegangan geser baut M8 dan M10 pada rangka pendukung didapatkan tegangan sebesar $24,87 \text{ N/mm}^2$ dan $15,92 \text{ N/mm}^2$ dengan pemberian gaya traksi sebesar $1.250.380 \text{ N}$. Untuk perhitungan faktor keamanan yang didapatkan pada tegangan geser baut M8 dan M10 adalah 16 dan 24. Berikut hasil visualisasi pada *FEA* tegangan geser dan faktor keamanan baut pengikat yang ditunjukkan pada Gambar 4.31 dan Gambar 4.32.



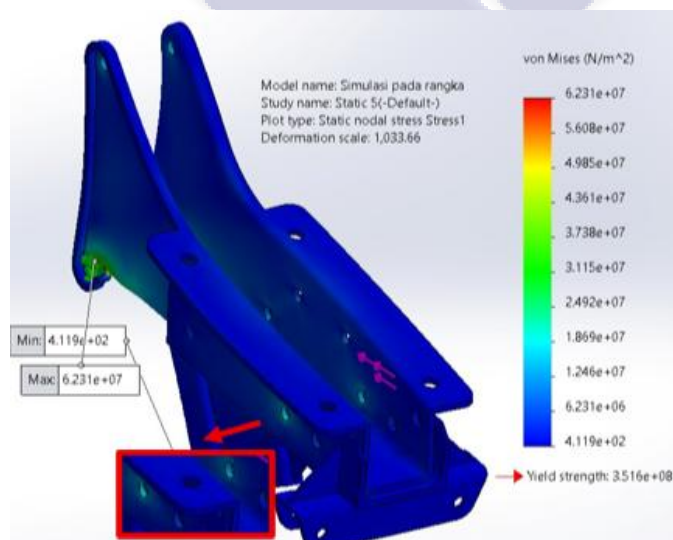
Gambar 4.31 *FEA* Tegangan Geser Baut



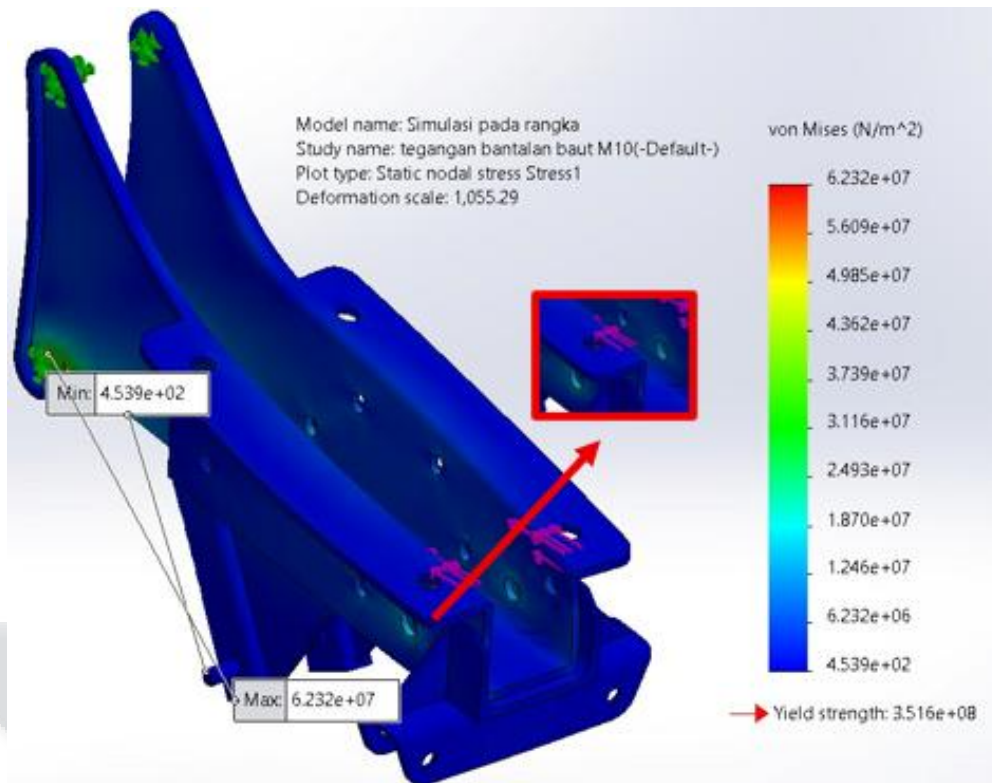
Gambar 4.32 *FEA* Faktor Keamanan Tegangan Geser Baut

2). Tegangan geser bantalan baut

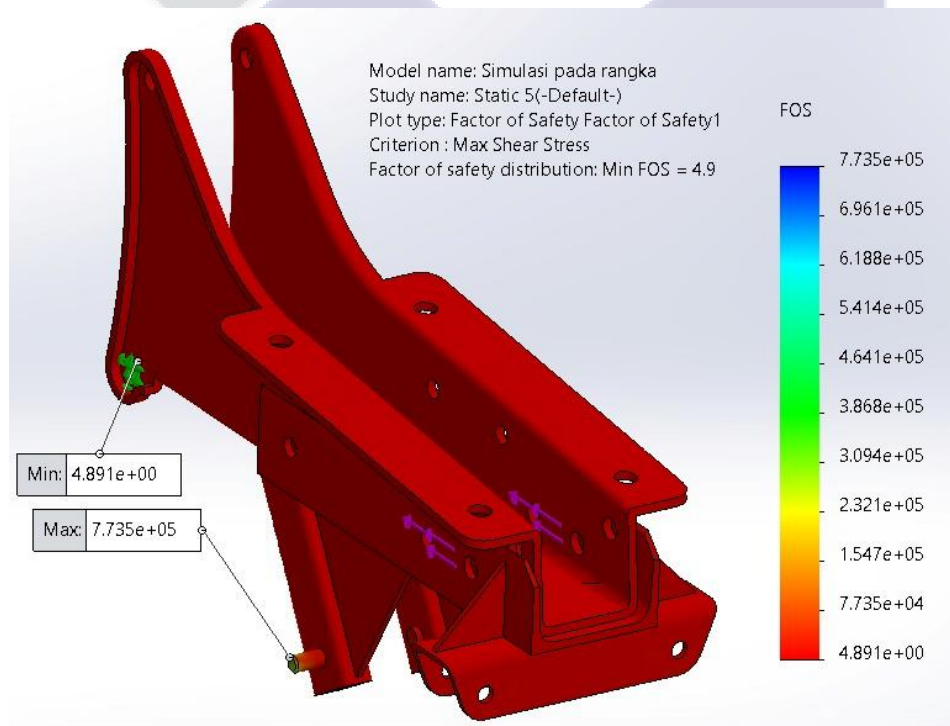
Perhitungan manual tegangan bantalan baut M8 dan M10 pada rangka pendukung didapatkan tegangan sebesar $19,53 \text{ N/mm}^2$ dan $15,62 \text{ N/mm}^2$ dengan pemberian gaya traksi sebesar $1.250.380 \text{ N}$. Untuk perhitungan faktor keamanan yang didapatkan pada tegangan geser bantalan baut M8 dan M10 adalah 8 dan 10. Berikut hasil visualisasi pada *FEA* tegangan geser dan faktor keamanan bantalan baut yang ditunjukkan pada Gambar 4.33, Gambar 4.34, Gambar 4.35, dan Gambar 4.36



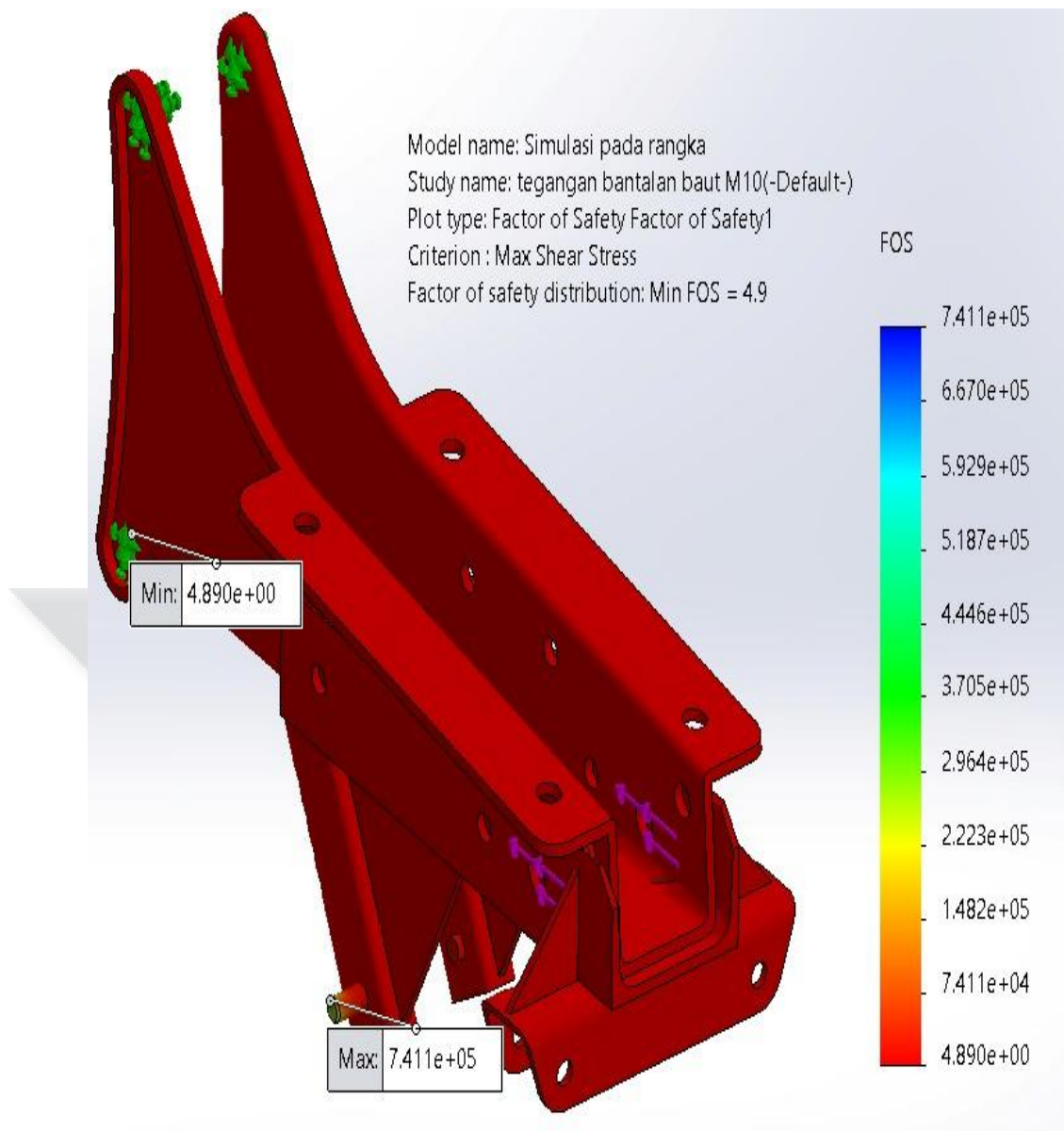
Gambar 4.33 *FEA* Tegangan Bantalan Baut M8



Gambar 4.34 *FEA* Tegangan Bantalan Baut M10



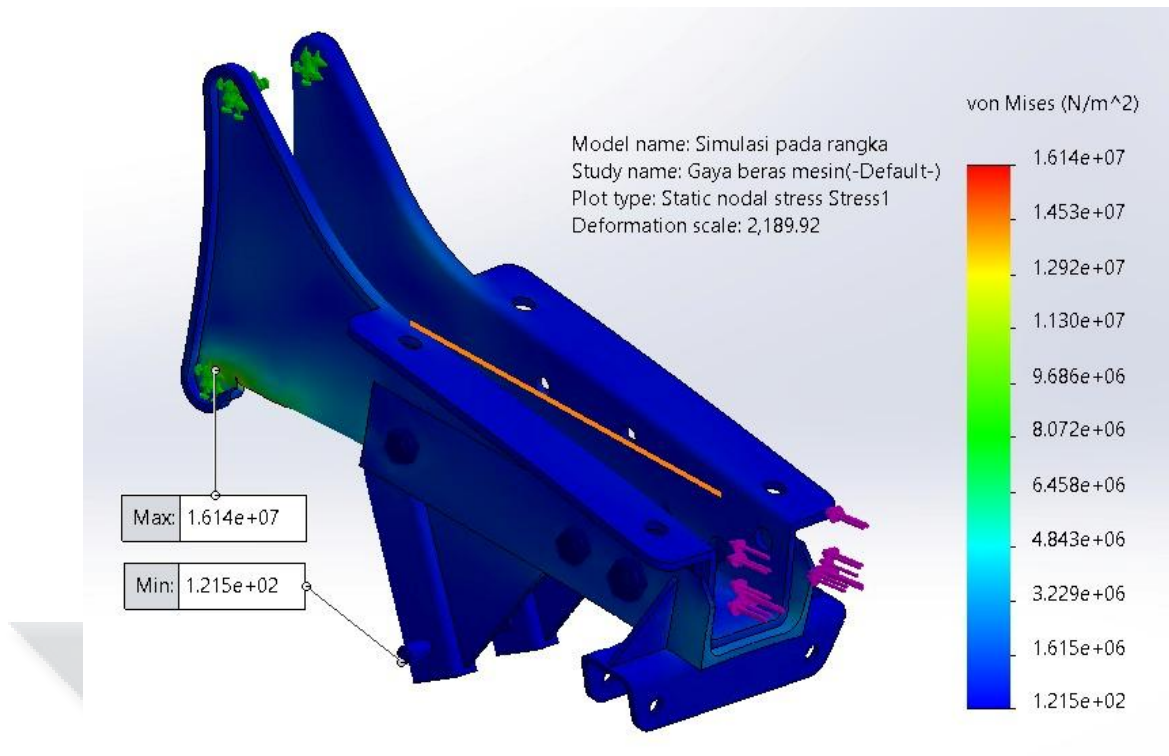
Gambar 4.35 *FEA* Faktor Keamanan Tegang Bantalan Baut M8



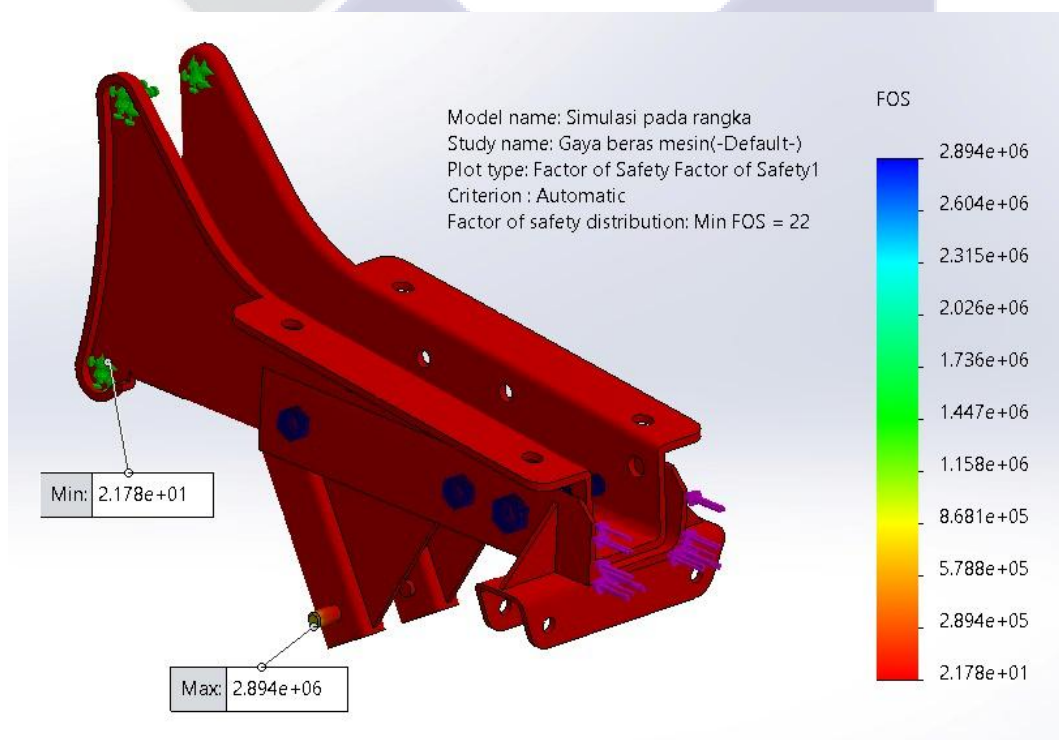
Gambar 4.36 FEA Faktor Keamanan Tegangan Bantalan Baut M10

3) Tegangan geser pada penampang rangka pendukung

Perhitungan manual tegangan geser pada penampang rangka pendukung didapatkan tegangan sebesar $7,62 \text{ N/mm}^2$ dengan pemberian gaya traksi sebesar $1.250.380 \text{ N}$. Untuk perhitungan faktor keamanan yang didapatkan pada penampang rangka pendukung sebesar 22. Berikut hasil visualisasi pada *FEA* tegangan geser dan faktor keamanan rangka yang ditunjukkan pada Gambar 4.37 dan Gambar 4.38.



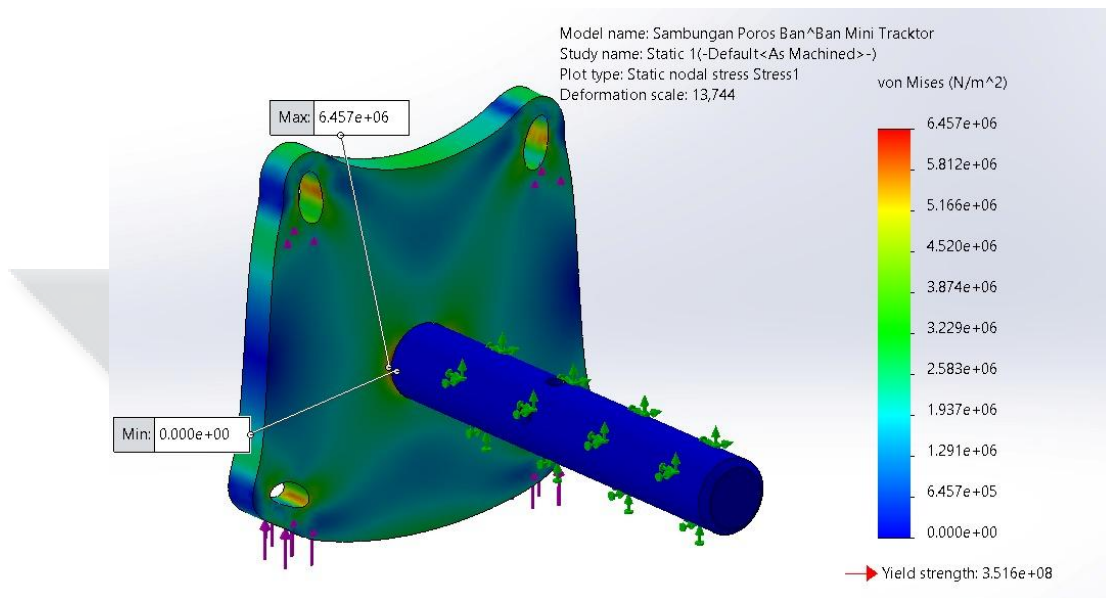
Gambar 4.37 *FEA* Tegangan Geser Penampang Rangka Pendukung



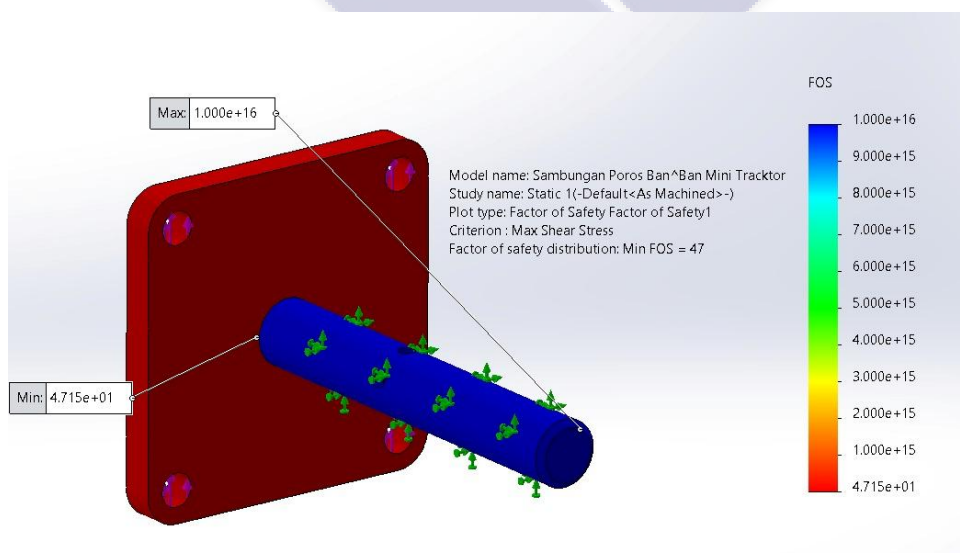
Gambar 4.38 *FEA* Faktor Keamanan Tegang Geser Rangka Pendukung

D) Tegangan Geser pada *Shaft* Ban

Perhitungan manual tegangan geser pada *shaft* ban didapatkan tegangan sebesar $1,55 \text{ N/mm}^2$ dengan pemberian gaya sebesar $485,104 \text{ N}$. Untuk perhitungan faktor keamanan yang didapatkan pada penampang rangka pendukung sebesar 139. Berikut hasil visualisasi pada *FEA* tegangan geser dan faktor keamanan *shaft* ban yang ditunjukkan pada gambar 4.39 dan 4.40.



Gambar 4.39 *FEA* Tegangan Geser pada *Shaft* Ban



Gambar 4.40 *FEA* Faktor Kemanan Tegangan Geser pada *Shaft* Ban

Dilakukannya analisis *FEA* (*finite element analysis*) pada perhitungan manual tegangan kekuatan material dan faktor keamanan memiliki tujuan untuk memvalidasi kesesuaian hasil. Perbandingan analisis *software* dengan perhitungan manual dapat dipaparkan sebagai berikut:

- Perbandingan pada Tegangan Kekuatan Material.

Hasil perbandingan pada perhitungan manual dan analisis *FEA* tegangan kekuatan material dapat dirangkum pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Hasil Perbandingan pada Tegangan Kekuatan Meterial

No	Kekuatan Material Komponen	Nilai Perhitungan Manual	Nilai Maksimal Analisis <i>FEA</i>	Tegangan Izin (σ_{izin})
1.	Tegangan material pada mata pisau			
	1. Tegangan Normal (σ)	0,522 N/mm ²	140 N/mm ²	600 N/mm ²
	2. Tegangan geser (τ)	0,182 N/mm ²	140 N/mm ²	600 N/mm ²
2.	Tegangan material pada baut pengikat dan rangka pendukung			
	Tegangan bengkok baut pengikat			
	Baut M8	88,84 N/mm ²	173,7 N/mm ²	386 N/mm ²
	Baut M10	74,25 N/mm ²	173,7 N/mm ²	386 N/mm ²
	Tegangan geser baut			
	Baut M8	24,87 N/mm ²	47,44 N/mm ²	386 N/mm ²
	Baut M10	15,92 N/mm ²	47,44 N/mm ²	386 N/mm ²
	Tegangan pada penampang rangka pendukung			
	Tegangan bantalan baut M8	19,53 N/mm ²	62,31 N/mm ²	163 N/mm ²
	Tegangan bantalan baut M10	15,62 N/mm ²	62,31 N/mm ²	163 N/mm ²
	Tegangan geser penampang rangka	7,62 N/mm ²	16,14 N/mm ²	163 N/mm ²

Tabel 4.14 Hasil Perbandingan pada Tegangan Kekuatan Meterial (Lanjutan)

No	Kekuatan Material Komponen	Nilai Perhitungan Manual	Nilai Maksimal Analisis <i>FEA</i>	Tegangan Izin (σ_{izin})
3.	Tegangan geser pada <i>shaft</i> ban	1,55 N/mm ²	64,57 N/mm ²	215 N/mm ²

- Perbandingan pada Faktor Keamanan

Untuk hasil perbandingan faktor keamanan (*safety of factor*) pada perhitungan manual dengan analisis *FEA* dapat dirangkum pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Hasil Perbandingan pada Faktor Keamanan

No	Kekuatan Material Komponen	Nilai Perhitungan Manual	Nilai Analisis <i>FEA</i>
1.	Tegangan material pada mata pisau		
	1. Tegangan Normal (σ)	1.150	6
	2. Tegangan geser (τ)	3.297	5
3.	Tegangan material pada baut pengikat dan rangka pendukung		
	Tegangan bengkok baut pengikat		
	Baut M8	4	3
	Baut M10	5	3
	Tegangan geser baut		
	Baut M8	16	7
	Baut M10	24	7
	Tegangan pada penampang rangka pendukung		
	Tegangan bantalan baut M8	8	5
	Tegangan bantalan baut M10	10	5
	Tegangan geser penampang rangka	22	22
4.	Tegangan geser pada poros ban	139	47

4.7 Perbandingan pada Mesin Pengolahan Tanah

Perlunya mengetahui perbandingan mesin standar pengolahan tanah dengan hasil rancangan yang telah dikembangkan pada mesin *cultivator* firman ftl 900 h agar pembaca dapat mengetahui perbedaan sebelum dan sesudah pengembangannya. Mesin standar *cultivator* dan hasil pengembangannya dapat dilihat pada Gambar 4.41 dan Gambar 4.42. Untuk hasil perbandingan mesin pengolahan tanah dapat dipaparkan pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Hasil Perbandingan Mesin Pengolahan Tanah

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 mata pisau sama dengan mesin standar.
Penggunaan roda dorong dengan jenis roda <i>mini tracktor</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 pelindungan bagi pengguna mesin.	Penambahan penutup untuk pelindung yang tahan benturan dan dapat dilakukan pelepasan dan pemasangan.



Gambar 4.41 Mesin *Cultivator* Standar yang Digunakan



Gambar 4.42 Mesin *Cultivator* yang telah Dikembangkan

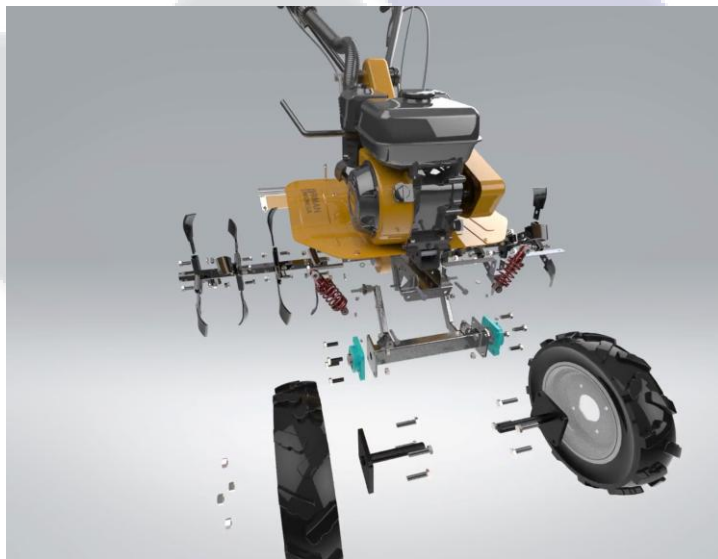
4.8 Tahapan Pembuatan Animasi Perakitan

Dalam pembuatan animasi perakitan komponen, Penulis membuat melalui *software solidwork 2020* dengan tujuan untuk menunjukan urutan pemasangan atau

merakit seluruh komponen dari hasil rancangan mesin pengolahan tanah untuk jenis tanah podsolik merah kuning. Langkah-langkah dalam melakukan pembuatan animasi perakitan adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan *explode view*

Langkah awalan yang dilakukan dengan menyusun model perakitan menggunakan fitur *explode view* terletak pada tab *assembly*. Fitur *explode view* ini dilakukan dengan pemisahan antar komponen agar ditampilkan terpisah dan sesuai urutan perakitan. Tiap langkah *explode* direkam secara sistematis agar menggambarkan hubungan dari part dalam rakitan. Untuk ilustrasi pembuatan *explode view* dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.43 Tahapan Explode View

2. Pengaturan pada *motion study* dan *animation wizard*

Setelah dilakukan *explode* atau pemisahan, langkah tahapan berikutnya adalah *motion study*. Tahapan ini menggunakan fitur *animation wizard* yang berfungsi sebagai pengatur durasi animasi serta kecepatan gerak komponen selama proses perakitan berlangsung. Hal ini penting, dikarenakan untuk menciptakan transisi yang halus dalam pergerakan serta memastikan bahwa urutan perakitan dalam visual benar. Kondisi dalam *motion study* selama proses perakitan berlangsung dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.44 Tahapan *Motion Study*

3. Pemindahan ke *solidwork visualize profesional*

Setelah animasi explode dan lainnya diselesaikan di *solidwork*, folder dilakukan pemindahan melalui fitur *advance export* ke *solidwork visualize profesional*. Hal ini dilakukan untuk penambahan material, permukaan, pencahayaan, dan pengaturan latar belakang yang lebih nyata. Kemudian penempatan pada kamera disesuaikan agar sudut pandang mengikuti pergerakan komponen utama secara optimal.

4. *Rendering* animasi

Langkah terakhir ini dilakukan sebagai pengubah data mentah pada animasi kedalam format video dengan kecepatan *frame per second* (Fps) yang diinginkan. Hasil akhir berupa bentuk video dapat digunakan sebagai presentasi pergerakan pada mesin pengolahan tanah untuk jenis tanah podsolik merah kuning.

5. Hasil visualisasi dari animasi perakitan

Sesudah tahapan rendering animasi, maka video dari animasi perakitan dari rancangan mesin dapat di representasikan dan dilihat pada *link* berikut <https://youtu.be/KD5Pw8f-8jo>.

4.9 Tahapan Pembuatan Animasi Gerak Mekanisme

Dalam tahapan pembuatan animasi gerak mekanisme yang dilakukan melalui *software blender* memiliki tujuan untuk mempresentasikan visualisasi gerak mekanisme dari rancangan mesin pengolah tanah untuk jenis tanah podsolik merah kuning. *Software blender* berfungsi sebagai pembuatan konten 3 dimensi yaitu pembuatan animasi, model cetak 3 dimensi, visual efek pada animasi agar menjadi nyata, dan pembuatan game sekaligus. Pada *software blender* memiliki berbagai fitur, diantaranya adalah penyuntingan tekstur, simulasi, animasi, video hingga pemberian efek visual pada animasi. Berikut tahapan pembuatan animasi gerak mekanisme yang dilakukan oleh Penulis menggunakan *software blender*:

1. *Import Assembly*

Desain *assembly* yang telah dinyatakan final di *solidworks* diekspor ke dalam format FBX melalui *solidworks visualize* agar memiliki kecocokan format dengan *Blender*.

2. *Impor ke Blender*

Dokumen format FBX yang telah diekspor kemudian dikirim ke dalam *Blender* untuk proses animasi lanjutan.

3. *Pengelompokan Objek*

Seluruh komponen muncul dalam keadaan terpisah akibat tidak dikenalnya hubungan 'mate' dari *solidworks*. Oleh karena itu, objek digabung menggunakan perintah Ctrl + J menjadi tiga kelompok utama: roda dan komponen pendukungnya, mata potong dan komponennya, serta mesin utama *cultivator* dengan bagian pendukung lainnya.

4. *Pemberian Driver Rotasi*

Roda dan mata potong diberikan *driver* rotasi menggunakan fitur *add driver*, memungkinkan keduanya berputar otomatis saat *timeline* animasi berjalan tanpa *keyframe* manual.

5. *Pembuatan Tanah*

Permukaan tanah dibuat dengan menambahkan objek cube (Shift + A → *Mesh* → *Cube*), kemudian disesuaikan skalanya melalui *tab object properties. Modifier subdivision* digunakan untuk menghaluskan permukaan dengan menambah jumlah

poligon, dan modifier Displace diterapkan untuk memberikan efek permukaan bergelombang.

6. Penambahan Objek Tambahan

Rumput, pohon, dan manusia ditambahkan menggunakan *add-on blender kit*. Objek-objek ini dipilih dari pustaka dan ditempatkan secara manual di atas permukaan tanah.

7. Pergerakan Maju Otomatis

Driver ditambahkan pada sumbu lokasi (axis Y) untuk objek manusia, mesin *cultivator*, roda, dan mata pisau. Hal ini memungkinkan seluruh objek bergerak maju otomatis seiring berjalannya waktu animasi.

8. Rigging Karakter Manusia

Fitur *In Front* diaktifkan agar tulang (*bone*) terlihat menembus *mesh* karakter manusia, mempermudah proses *rigging* dan *pose*.

9. Animasi Pose Manual

Tulang digerakkan secara manual setiap kelipatan 10 *frame*. Setelah setiap perubahan posisi atau rotasi tulang, *keyframe* disisipkan dengan menekan tombol I untuk merekam animasi secara bertahap.

10. Pemberian Material

Material ditambahkan melalui *tab material properties* dengan penyesuaian warna pada *base color* sesuai karakteristik masing-masing objek. Proses ini diterapkan ke seluruh objek untuk memperjelas identifikasi *visual* dan meningkatkan realisme tampilan.

11. Penambahan Pencahayaan dan Kamera

Pencahayaan menggunakan lampu tipe *sun* ditambahkan melalui Shift + A → *Light* → *Sun*, kemudian diarahkan sesuai kebutuhan pencahayaan. Kamera ditambahkan dan diarahkan ke objek utama dengan Ctrl + Alt + Numpad 0.

12. Proses Rendering

Render dilakukan menggunakan *render engine cycles* untuk hasil visual yang maksimal. *Frame rate* diatur menjadi 24 fps dan format file di *setting* ke FFmpeg Video. Proses *rendering* video dijalankan dengan perintah Ctrl + F12 dan ditunjukkan pada gambar



Gambar 4.45 Tahapan *Rendering* Vidio Animasi Gerak

13. Hasil visualisasi animasi gerak mekanisme

Tahapan akhir dalam pembuatan video animasi gerak adalah mempresentasikan kembali kepada penonton dengan hasilnya dapat dilihat pada *link* berikut <https://youtu.be/ukilwVyFbNQ>.



BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan seluruh hasil “Rancangan Mesin Pengolahan Tanah untuk Jenis Tanah Podsolik Merah Kuning” dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Rancangan mesin pengolahan tanah untuk jenis tanah podsolik merah kuning pada mesin *cultivator* telah tercapai 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.
2. Analisis perhitungan FEA (*Fenite Element Anlysis*) pada komponen kritis tertentu yang telah dinyatakan aman dan sesuai terhadap perhitungan manual, yaitu tegangan kekuatan material dan faktor keamanan.
3. Animasi perakitan dan pergerakan mekanisme dalam rancangan mesin pengolahan tanah untuk jenis tanah podsolik merah kuning pada mesin *cultivator* yang telah divisualisasikan dalam bentuk video untuk membuktikan keberhasilan dari rancangan.

5.2 Saran

Berikut saran yang dapat menjadi pertimbangan oleh pembaca dalam rancangan “Mesin Pengolahan Tanah untuk Jenis Tanah Podsolik Merah Kuning” pada penelitian selanjutnya:

1. Perlunya penambah dalam perhitungan yang lebih detail pada rancangan mesin pengolahan tanah untuk jenis tanah podsolik merah kuning.
2. Kritik dan masukan yang bersifat membangun kedepannya.



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*, 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>
- Dayakar K.; Suresh K.; Ganapathi R., Y. ; R. (2020). Design and performance evaluation of L-type blades in dryland cultivation. *Soil and Tillage Research*, 199, 104584. <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104584>
- 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.
- Giofani, E. S. (2024). Analisa Shock Absorber Sepeda Motor dengan Alat Uji Mekanis. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Informatika*, 3(3), 291–312. <https://doi.org/10.55606/jtmei.v3i3.4248>
- Hartono, R., & Wibowo, S. (2018). *TEKNIK PENGOLAHAN TANAH*. Pusat Pendidikan Pertanian, Badan Penyuluhan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pertanian.
- Helmy Abdillah, M., & Aldi, M. (2020). Aplikasi Limbah Padat Karet Remah pada Tanah Podsolik Merah Kuning Terhadap Ketersediaan Hara Makro dan Perbaikan Sifat Fisika Tanah. *EnviroScientea*, 16 (2)(2), 264–275.
- Hidayat, A. (2020). *Pembuatan, Penerapan, dan Pengujian Mekanisme Komponen Suspensi Depan Mobil KMLI*. Institusi Teknologi Nasional.

- Kharolina, Mustikarini, E. D., Pratama Deni, Agroteknologi, J., Bangka Belitung, U., Merawang, K., & Bangka, K. (2023). Potensi Hasil Berbagai Varietas Unggul Bawang Merah Di Lahan Ultisol Kabupaten Bangka. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 10 (2), 215–222. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2023.010.2.04>
- Lestari, D., & Handayani, P. (2024). Karakteristik mekanik tanah podsolik untuk keperluan teknik sipil. *Geoteknik Indonesia*, 31(1), 18–27.
- Lukis, P. S. (2022). *TEKNIK PENGOPERASIAN CULTIVATOR UNTUK PERSIAPAN LAHAN JAGUNG STUDI KASUS DI BALAI PENGKAJIAN TEKNOLOGI PERTANIAN JAWA BARAT*.
- NURATIKA. (2021). *Uji Kinerja Alat Pengolahan Tanah Sekunder (Cultivator Quick Tipe Cakar Baja) Untuk Lahan Kering*. Universitas Hassanudin Makassar.
- Pannerselvam R.; Kumar S., R. ; B. (2018). Tillage efficiency of curved and L-shaped rotary blades in soil manipulation. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 20(3), 95–102.
- Pratama, N. (2019). *Analisa sistem pengereman dan steering pada kendaraan gokart dengan daya penggerak 5 pk*. Universitas Islam Riau.
- Prayogo, M. S. (2024). *Analisi Tegangan pada Pisau Mesin Pencacah Polimer Komposit Skala Laboratorium*. Universitas Meda Area.
- Rao K.; Kumar G. V., K. N. ; R. (2021). Design optimization and wear analysis of axe-type blades for rotary tillers. *Journal of Agricultural Engineering*, 58(1), 1–12. <https://doi.org/10.18805/ag.AE-3450>
- Riza, M., & Saheri, P. (2021). *Kinerja Mesin Pengolahan Tanah Pada Lahan Kering Di Kampung Sri Menanti Kabupaten Way Kanan*.
- Salokhe M.; Hoki M., V. M. ; H. (1993). Variations of torque and specific tilling energy for different rotary blades. *Journal of Terramechanics*, 30(1), 37–46. [https://doi.org/10.1016/0022-4898\(93\)90024-I](https://doi.org/10.1016/0022-4898(93)90024-I)
- Siregar, A., & Yulianto Dody. (2021). *Pemanfaatan Serat Alami (Sabut Kelapa) sebagai Alternatif Bahan Komposit pada Spakbor Depan Motor*. Universitas Islam Riau.

- Suprayogi, B. E. (2015). *Perancangan Ulang dan Analisa Sistem Suspensi Mobil Multiguna Pedesaan dengan Standar Kenyamanan ISO 2631*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Surya Aditya, I., Florante, F., Kamillah, A., Program Studi Agroteknologi, Budidaya Pertanian, J., Pertanian, F., & UPR. (2024). KARAKTERISTIK KIMIA DAN FISIKA TANAH PMK (PODSOLIK MERAH KUNING) AKIBAT PENGGUNAAN LAHAN YANG BERBEDA. *Jurnal Ilmu Pertanian & Lingkungan*, 13 (1), 1–7









LAMPIRAN 1
DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama lengkap : Muhammad Thoriq Al Fatah
Tempat & tanggal lahir : Pangkal Pinang, 11 Agustus 2004
Agama : Islam
Alamat rumah : Kampung Ulu
No. Telp/Wa : 081440079687
Email : Thoriqalfatah70@gmail.com



2. Riwayat Pendidikan

SDN 21 Muntok (2009-2015)
SMP N 1 Muntok (2015-2018)
SMA N 1 Muntok (2018-2021)
Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung (2022-2025)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama lengkap : Wahyu Pandya Wiboa
Tempat & tanggal lahir : Palembang, 09 Maret 2004
Agama : Islam
Alamat rumah : Jl. Sd 15 Parit Padang
No. Telp/Wa : 0895620319602
Email : wahyupandyawibowo@gmail.com



2. Riwayat Pendidikan

SDN 10 Sungailiat (2009-2015)

SMP N 2 Sungailiat (2015-2018)

SMA N 1 Sungailiat (2018-2021)

Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung (2022-2025)

LAMPIRAN 2

DATA PENDUKUNG HASIL WAWANCARA

SURAT PENUGASAN DARI KAMPUS



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG

Kawasan Industri Air Kuntung Sungailiat - Bangka 33211

Telp. 0717-93586, Laman : www.polman-babel.ac.id

Nomor : 0213/PL.28.A1/KM/2025
Lampiran : -
Perihal : Permohonan Survey

Sungailiat, 25 April 2025

Yth.
Kepala Dinas Pangan dan Pertanian Kab. Bangka
di - Tempat

Sehubungan dengan mahasiswa tingkat akhir yang sedang mengerjakan tugas akhir, maka dengan ini kami mohon izin untuk mahasiswa mahasiswa dengan nama dibawah ini untuk diperbolehkan melakukan survey dan observasi guna keperluan tugas akhir. Adapun nama - nama mahasiswa tersebut adalah :

No	Nama / NIM	Kelas	Keterangan
1	Muhammad Thoriq Al-Fatah/0022248	3 PCMB	mahasiswa
2	Wahyu Pandya Wibowo/0022259	3 PCMB	

Untuk menjalankan kegiatan tersebut pada :

Hari, Tanggal : Selasa, 29 April 2025
Pukul : 13.30 WIB s.d. Selesai
Tempat : Kantor Dinas Pangan dan Pertanian Kab. Bangka

Untuk Informasi lebih lanjut terkait dengan kegiatan tersebut silahkan menghubungi nomor berikut :
081440079687 (Muhammad Thoriq Al-Fatah).

Demikian disampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terimakasih.

Wakil Direktur I,


Iwan, M.Sc., Ph.D.
NIP. 197604182014041001

BUKUAN TERIMA	
Hari	
Tanggal	
Nama	Wahyu & Thoriq
No. HP	081440079687
Paraf	

DAFTAR PERTANYAAN WAWANCARA

No	Pertanyaan Wawancara
1)	Apakah ada keluhan di masyarakat kita selama penggunaan mesin <i>cultivator</i> pak?
2)	Kalau menurut bapak, apakah penggunaan bahan bakar dapat dikatakan hemat? dan berapa luas lahan yang dapat diolah per liter nya pak?
3)	Apakah mata pisau sering patah untuk penggunaan pada jenis tanah di wilayah kita pak?
4)	Apakah gas perseneling motor pada semua jenis mesin <i>cultivator</i> sama pak?
5)	Untuk kendala yang dialami oleh Bapak sendiri selama penggunaan mesin <i>cultivator</i> selama berkebun bagaimana pak?
6)	Terkait pegal linu yang dialami Bapak sendiri, Pegal yang dialami itu saat menekan tanah dengan diiring dorongan ya pak?
7)	Untuk mesin-mesin pertanian di kita sendiri masih ada kendala dimasyarakat dalam perawatan dan perbaikan ya pak?

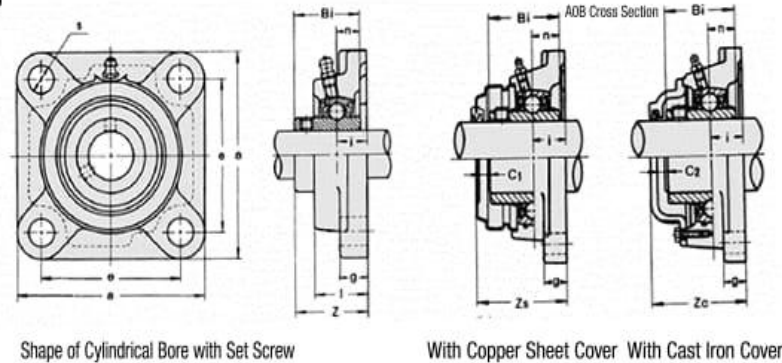
DOKUMENTASI KEGIATAN



LAMPIRAN 3
STANDART KOMPONEN YANG DIGUNAKAN

• **Tabel Standar *Housing Bearing UCF***

Dimensional Drawing



Unit Bearing Number	Shaft Diameter (mm)	Main Dimension (mm)											Nominal Attaching Bolt Size	Bearing		With Copper Sheet Cover	With Cast Iron Cover
		a	e	i	g	l	s	Z	Bi	n	Zs	Zc		Basic Load Rating (kN)		Penetrating Cover C Single Blank Cover E	Penetrating Cover C Single Blank Cover CE
														Cr	Cor	UCF	CUCF
UCF 201	12	86	64	15	12	25.5	12	33.3	31	12.7	43	46	M10	12.8	6.6	201C(E)	201C(CE)
UCF 202	15	86	64	15	12	25.5	12	33.3	31	12.7	43	46	M10	12.8	6.6	202C(E)	202C(CE)
UCF 203	17	86	64	15	12	25.5	12	33.3	31	12.7	43	46	M10	12.8	6.6	203C(E)	203C(CE)
UCF 204	20	86	64	15	12	25.5	12	33.3	31	12.7	43	46	M10	12.8	6.6	204C(E)	204C(CE)
UCF 205		95	70	16	14	27	12	35.7	34.1	14.3	48	51	M10	14	7.9	205C(E)	205C(CE)
UCF X05	25	108	83	18	13	30	12	40.2	38.1	15.9	51	—	M10	19.6	11.3	X05C(E)	—
UCF 305		110	80	16	13	29	16	39	38	15	—	55	M14	21.3	10.9	—	305C(CE)
UCF 206		108	83	18	14	31	12	40.2	38.1	15.9	51	55	M10	19.6	11.3	206C(E)	206C(CE)
UCF X06	30	117	92	19	14	34	16	44.4	42.9	17.5	54	—	M14	25.9	15.4	X06C(E)	—
UCF 306		125	95	18	15	32	16	44	43	17	—	60	M14	26.8	15	—	306C(CE)
UCF 207		117	92	19	16	34	14	44.4	42.9	17.5	54	59	M12	25.9	15.4	207C(E)	207C(CE)
UCF X07	35	130	102	21	14	38	16	51.2	49.2	19	63	—	M14	29.3	17.9	X07C(E)	—
UCF 307		135	100	20	16	36	19	49	48	19	—	65	M16	33.5	19.2	—	307C(CE)
UCF 208		130	102	21	16	36	16	51.2	49.2	19	62	66	M14	29.3	17.9	208C(E)	208C(CE)
UCF X08	40	137	105	22	14	40	19	52.2	49.2	19	63	—	M16	33	20.5	X08C(E)	—
UCF 308		150	112	23	17	40	19	56	52	19	—	73	M16	40.5	23.9	—	308C(CE)
UCF 209		137	105	22	18	38	16	52.2	49.2	19	63	67	M14	33	20.5	209C(E)	209C(CE)
UCF X09	45	143	111	23	14	40	19	55.6	51.6	19	67	—	M16	35.5	23.2	X09C(E)	—
UCF 309		160	125	25	18	44	19	60	57	22	—	78	M16	51.5	29.5	—	309C(CE)
UCF 210		143	111	22	18	40	16	54.6	51.6	19	66	71	M14	35.5	23.2	210C(E)	210C(CE)
UCF X10	50	162	130	26	20	44	19	59.4	55.6	22.2	70	—	M16	43	29.4	X10C(E)	—
UCF 310		175	132	28	19	48	23	67	61	22	—	85	M20	61.5	38.2	—	310C(CE)
UCF 211		162	130	25	20	43	19	58.4	55.6	22.2	69	75	M16	43	29.4	211C(E)	211C(CE)
UCF X11	55	175	143	29	20	49	19	68.7	65.1	25.4	79	—	M16	52.5	36.1	X11C(E)	—
UCF 311		185	140	30	20	52	23	71	66	25	—	90	M20	71.5	44.8	—	311C(CE)
UCF 212		175	143	29	20	48	19	68.7	65.1	25.4	80	86	M16	52.5	36.1	212C(E)	212C(CE)
UCF X12	60	187	149	34	21	59	19	73.7	65.1	25.4	86	—	M16	57.5	40	X12C(E)	—
UCF 312		195	150	33	22	56	23	78	71	26	—	98	M20	81.5	52	—	312C(CE)
UCF 213		187	149	30	20	50	19	69.7	65.1	25.4	81	89	M16	57.5	40	213C(E)	213C(CE)
UCF X13	65	187	149	34	21	59	19	78.4	74.6	30.2	—	—	M16	62	44	—	—
UCF 313		208	166	33	22	58	23	78	75	30	—	103	M20	92.5	59.7	—	313C(CE)
UCF 214		193	152	31	24	54	19	75.4	74.6	30.2	—	98	M16	62	44	—	214C(CE)
UCF X14	70	197	152	37	24	60	23	81.5	77.8	33.3	—	—	M20	66	48.2	—	—
UCF 314		226	178	36	25	61	25	81	78	33	—	106	M22	104	68	—	314C(CE)
UCF 215		200	159	34	24	56	19	78.5	77.8	33.3	—	102	M16	66	48.2	—	215C(CE)
UCF X15	75	197	152	40	24	68	23	89.3	82.6	33.3	—	—	M20	72.5	53	—	—
UCF 315		236	184	39	25	66	25	89	82	32	—	114	M22	114	76.9	—	315C(CE)
UCF 216		208	165	34	24	58	23	83.3	82.6	33.3	—	107	M20	72.5	53	—	216C(CE)
UCF X16	80	214	171	40	24	70	23	91.6	85.7	34.1	—	—	M20	83.5	61.8	—	—
UCF 316		250	196	38	27	68	31	90	86	34	—	115	M27	123	86.4	—	316C(CE)
UCF 217		220	175	36	26	63	23	87.6	85.7	34.1	—	111	M20	83.5	61.8	—	217C(CE)
UCF X17	85	214	171	40	24	70	23	96.3	96	39.7	—	—	M20	95.5	71.4	—	—
UCF 317		260	204	44	27	74	31	100	96	40	—	126	M27	132	96.5	—	317C(CE)
UCF 218		235	187	40	26	68	23	96.3	96	39.7	—	122	M20	95.5	71.4	—	218C(CE)
UCF X18	90	214	171	45	24	76	23	106.1	104	42.9	—	—	M20	109	81.6	—	—
UCF 318		280	216	44	30	76	35	100	96	40	—	128	M30	143	107.2	—	318C(CE)
UCF 319	95	290	228	59	30	94	35	121	103	41	—	149	M30	153	118.4	—	319C(CE)
UCF X20		268	211	59	31	97	31	127.3	117.5	49.2	—	—	M27	134	104.7	—	—
UCF 320	100	310	242	59	32	94	38	125	108	42	—	154	M33	173	140.4	—	320C(CE)

* Please inquire about dimensions greater than UCF321. Grease nipples with a bore diameter number of 13 and under are 1/4-28UNF; those with a bore diameter of 14 and above are PF1/8.

- **Rod and Bearing dari Misumi Part**

Configured Specifications	
Type	Rod End Bearings
Rod End Bearing Type	Link Ball Straight
Main Body Material	High Strength Zinc Alloy
Connecting Threads	-
Connecting Thread Direction	Right-hand Thread
Allowable Incline Angle θ	25

- **Tabel Standar Besi Berprofil *Hollow***

Rectangular Hollow Sections		Weight (kg/meter)									
Wall Thickness		0.9 mm	1 mm	1.2 mm	1.5 mm	2.0 mm	2.5 mm	3.0 mm	4.0 mm	5.0 mm	6.0 mm
20 x 10		0.42	0.47	0.57	0.71	-	-	-	-	-	-
25 x 12		0.52	0.58	0.7	0.87	-	-	-	-	-	-
30 x 20		0.69	0.77	0.92	1.13	1.49	1.83	2.16	-	-	-
40 x 20		0.84	0.93	1.11	1.37	1.81	2.23	2.63	-	-	-
50 x 10		0.84	0.93	1.11	1.37	1.81	2.23	2.63	-	-	-
50 x 25		1.06	1.18	1.41	1.77	2.36	2.95	3.54	-	-	-
50 x 30		1.13	1.25	1.49	1.85	2.45	3.03	3.60	-	-	-
60 x 40		1.41	1.56	1.87	2.33	3.08	3.81	4.54	5.97	-	-
70 x 30		1.41	1.56	1.87	2.33	3.09	3.81	4.55	5.97	-	-
70 x 50		-	-	-	-	3.72	4.61	5.51	-	-	-
75 x 25		1.41	1.56	1.87	2.33	3.08	3.81	4.54	-	-	-
80 x 40		1.69	1.88	2.25	2.8	3.71	4.61	5.49	7.25	8.94	-
80 x 50						4.04	5.02	5.99	7.89	9.74	-
80 x 60						4.36	5.42	6.47	8.53	-	-
100 x 50						4.67	5.8	6.92	9.13	11.29	13.4
100 x 60						5.00	6.22	7.43	9.80	12.13	-
100 x 80						-	-	8.38	11.08	13.72	16.32
120 x 60						-	-	8.38	11.08	13.72	-
120 x 80						-	-	9.34	12.35	15.32	18.23
120 x 100						-	-	10.30	13.63	16.91	20.15
140 x 80						-	-	10.30	13.63	16.91	20.15
150 x 50						-	-	9.34	12.35	15.32	-
150 x 100						-	-	11.73	15.54	19.31	23.02
160 x 80						-	-	11.25	14.91	18.51	22.06
200 x 100						-	-	14.12	18.73	23.29	27.80

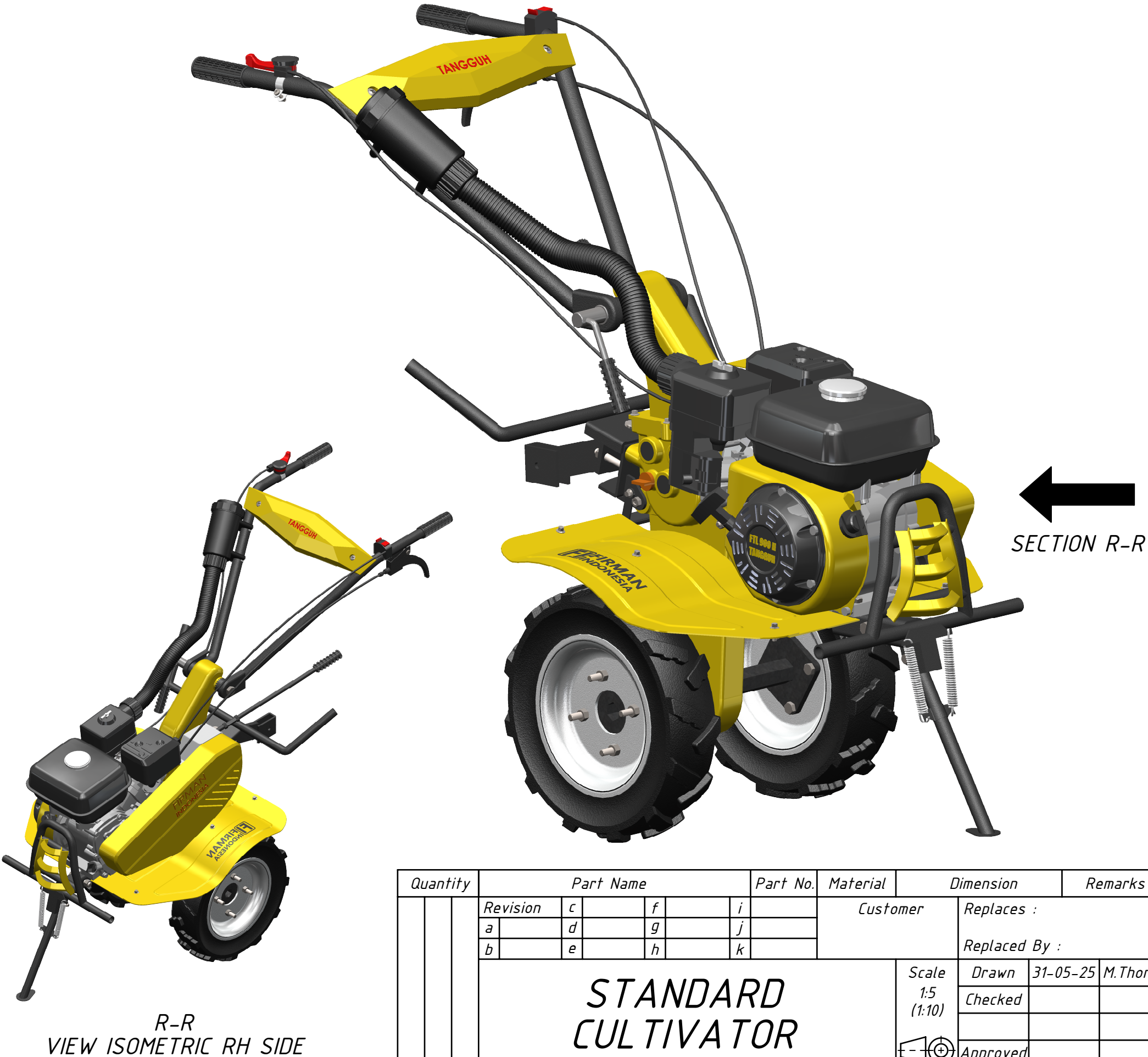


- Tabel Standar Besi UNP

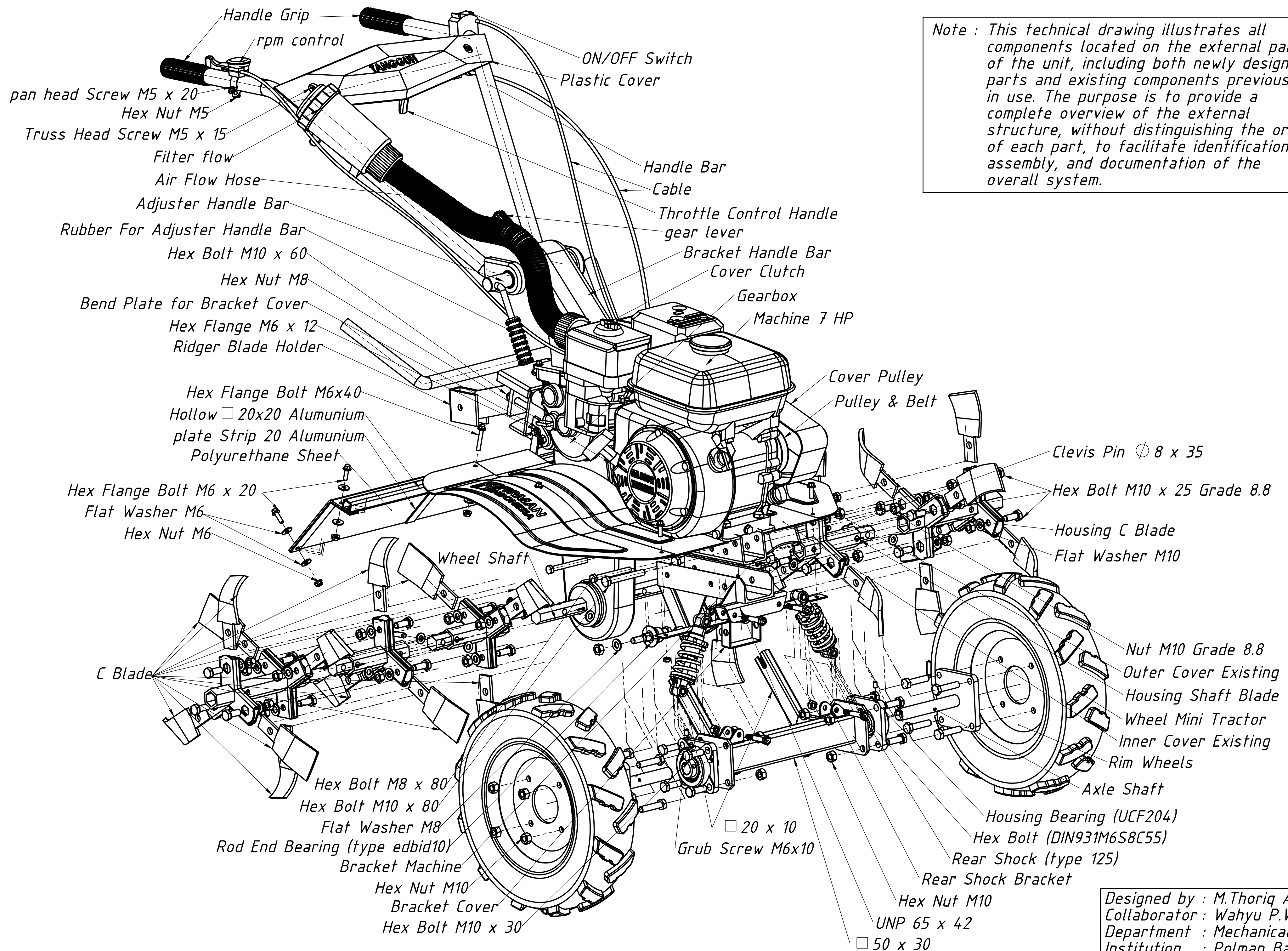
S I Z E						W E I G H T
A	x	B	x	tl		
50	x	38	x	5 mm	- 6 M	33,5 Kg
65	x	42	x	5,5 mm	- 6 M	42,5 Kg
75	x	40	x	5 mm	- 6 M	41,5 Kg
80	x	45	x	5 mm	- 6 M	47 Kg
100	x	50	x	5 mm	- 6 M	56,2 Kg
120	x	55	x	6 mm	- 6 M	75 Kg
125	x	65	x	6 mm	- 6 M	80,4 Kg
140	x	60	x	7 mm	- 6 M	96 Kg
150	x	75	x	6,5 mm	- 6 M	112 Kg
180	x	75	x	7 mm	- 6 M	138 Kg
200	x	80	x	7,5 mm	- 6 M	148 Kg
250	x	80	x	7,1 mm	- 6 M	182,50 Kg
250	x	80	x	7,1 mm	- 12 M	365 Kg
250	x	90	x	9 mm	- 6 M	208 Kg
250	x	90	x	9 mm	- 12 M	416 Kg
300	x	90	x	9 mm	- 6 M	229 Kg
300	x	90	x	9 mm	- 12 M	458 Kg
300	x	100	x	10 mm	- 6 M	278 Kg
380	x	100	x	13 mm	- 12 M	808 Kg

LAMPIRAN 4
GAMBAR TEKNIK PRODUK

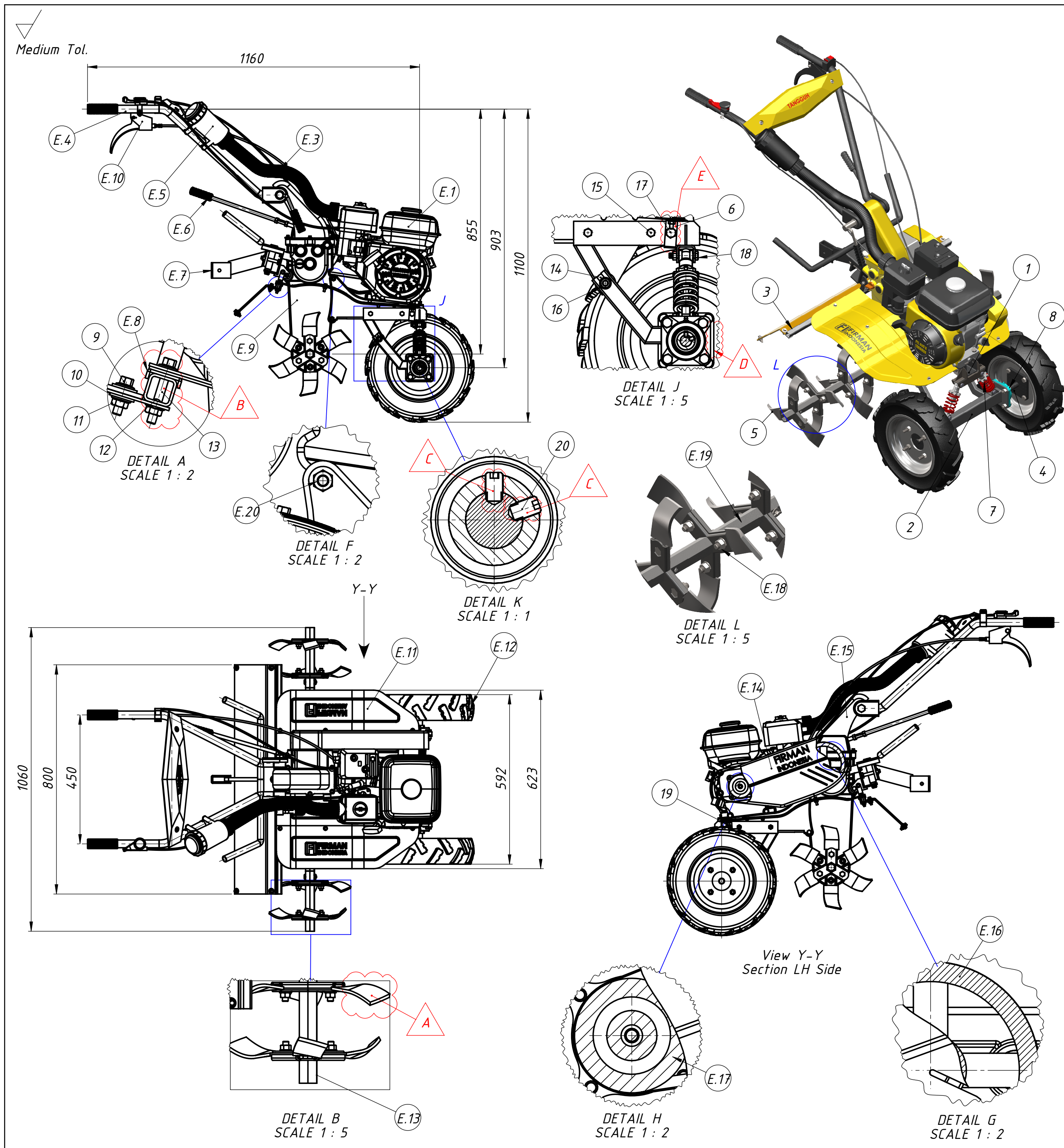
PARTICULARS FIRMAN FTL 900 H		
OVERALL SPECIFICATION DATA	Type Engine	170F (4-Tak OHV)
	Max. Rotation Speed	3600 RPM
	Max. Power	7 HP (4,2 KW)
	Fuel	Gasoline
	Capacity Fuel	4 Litre
	Capacity Oil	800 MI
	Long Operating Time	4 Hours
	Transmission	Gearbox Clutch (-1,0,2,1)
	Overall Dimensions	780 x 460 x 780
	Total Weight	87 Kg
	Plow Depth	150 - 300
	Plow Width	800 - 1200
	driving model	Walking
	Color	Yellow & Black
	Starting System	Recoil (Handpull)
Working Capacity	2000 M ² / Hours	
ADDITIONAL FEATURES	1. The steering handle can be adjusted to the height position according to user comfort.	
	2. Suitable for cultivating small to medium scale plantation land	
	3. The following parts can be removed or used according to land requirements during processing.	
	- Paddy Wheel - Rotary Blade - Ditching Blade - Plough - Hanging Tube - Anti Wind Blade	
Standard Product		
NOTE 1. This Product is designing directly from manual measurement in the field. 2. full dimensions are not provided to avoid copyright risks and to avoid misuse by irresponsible parties.		



Quantity			Part Name					Part No.	Material	Dimension			Remarks	
			Revision	c		f		i		Customer	Replaces :			
			a		d		g		j			Replaced By :		
			b		e		h		k					
			STANDARD CULTIVATOR								Scale 1:5 (1:10) 	Drawn	31-05-25	M.Thoriq
								Checked						
								Approved						
 POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG									STD.PRODUCT					



Designed by : M.Thoriq A.F. Collaborator : Wahyu P.W. Department : Mechanical Design Institution : Polman Babel
--



REVISIONS						
REV.	DESCRIPTION			DATE	APPROVED	
A	Replace the existing blade (type J) with Type C material spring steel (55Cr3), Heat tretment.			20/06/2025		
B	Replaced existing bolt with longer bolt, same thread size M6 retained.			20/06/2025		
C	The default grub screw on UCF 204 is replaced with an M6 x 10 grub screw to ensure better shaft holding strength			20/06/2025		
D	Item 4 (Axle Shaft) profile changed from hexagonal to round. Modification of existing part or new fabrication is acceptable.			20/06/2025		
E	The existing bracket cover has been replaced with a new design to accommodate component changes and mounting requirements.			25/06/2025		
General Tolerance						
Tol. Grade	0.5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Fine	± 0.5	± 0.05	± 0.1	± 0.15	± 0.2	± 0.3
Medium	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8
Coarse	-	± 0.2	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2
Note : 1. E.1, E.2, etc. indicate existing components, shown for reference only.						
2. Apply Loctite 243 to threads of bolts at positions 16 and 18.						
3. All SS400 material parts must be epoxy coated after fabrication. The surface must be clean from oil, rust, and scale before coating.						
4. For assembly parts, refer to the detail drawing on A4 sheet at the back						
4	Grub Screw M6x10		20	Steel	-	Standard
9	Hex Nut M10		19	Steel	-	Standard
4	Hex Bolt DIN 931 M8x50		18	steel	-	Standard
1	Hex Bolt M10x80		17	Steel	-	Standard
8	Hex Nut M8		16	Steel	-	Standard
2	Hex Bolt M8x80		15	Steel	-	Standard
2	Rod End Bearing Type RBID 10		14	Steel	-	Standard
2	Bolt Hex Flange M6x40		13	Steel	-	Standard
8	Blind Rivet Ø 4		12	Al.	-	Standard
6	Hex Nut M6		11	Steel	-	Standard
8	Flat Washer DIN 125 M6		10	Steel	-	Standard
4	Bolt Hex Flange M6x20		9	Steel	-	Standard
2	Housing Bearing UCF 204		8	Cast iron	-	Standard
2	Rear Shock 125		7	steel	-	Standard
1	New Bracket For Existing Cover		6	SS 400	2 x 50 x 370	Fabricated
1	C Blade Assy		5	Spring St.	Ø 300 x 460	Assembly
2	Axle Shaft		4	SS 400	Ø 20 x 97 x 145	Fabricated
1	Rear Extension Cover		3	Various	127,6 x 150 x 800	Assembly
1	Linkage Arm		2	SS 400	86 x 207 x 310	Assembly
1	Frame Assy		1	SS 400	140 x 245 x 329	Assembly
Quantity	Part Name		Part No.	Material	Dimension	Remarks
	Revision	c	f	i	Customer	
	a	d	g	j	Replaces :	
	b	e	h	k	Replaced By :	
CULTIVATOR MODIFICATION				Scale 1:10	Drawn 20-06-25	M.Thoriq
					Checked	Adhe.A
					Approved	
				01/A2/ASSY		

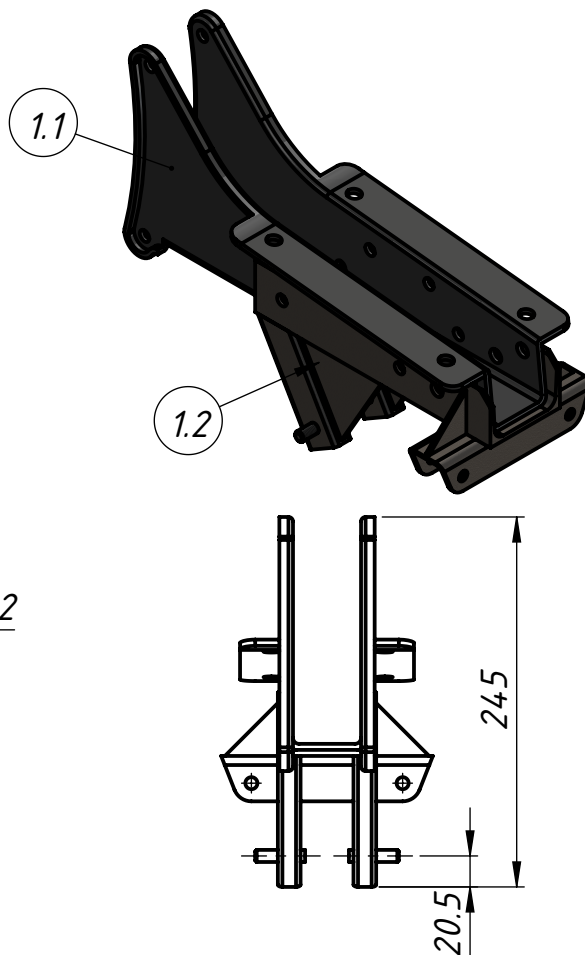
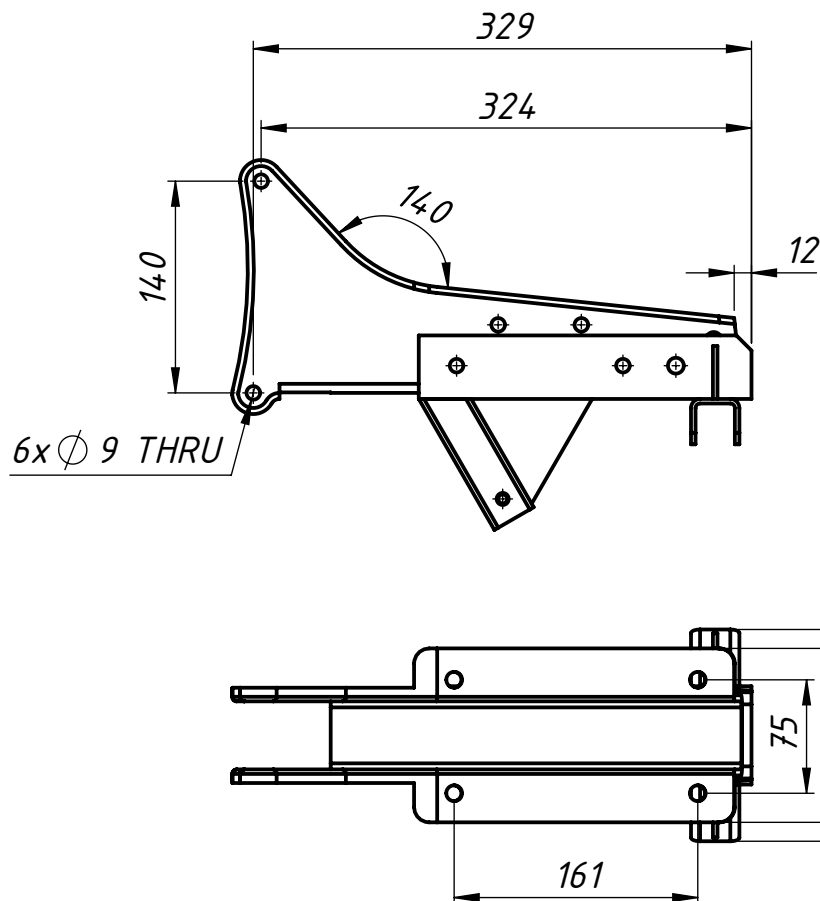


POLITEKNIK MANUFAKTUR

NEGERI BANGKA BELITUNG

1

Medium Tol.



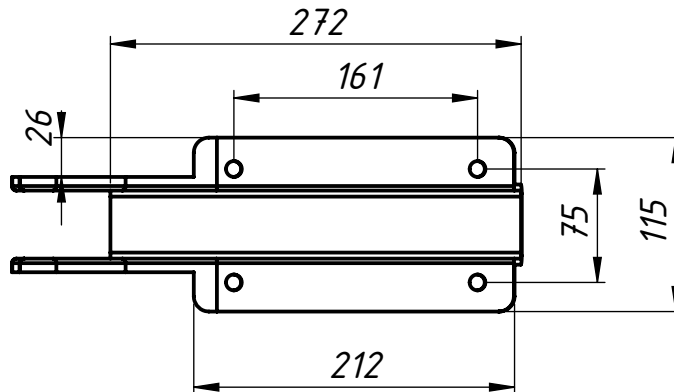
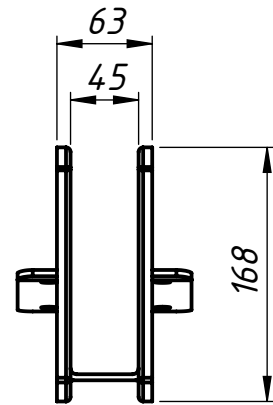
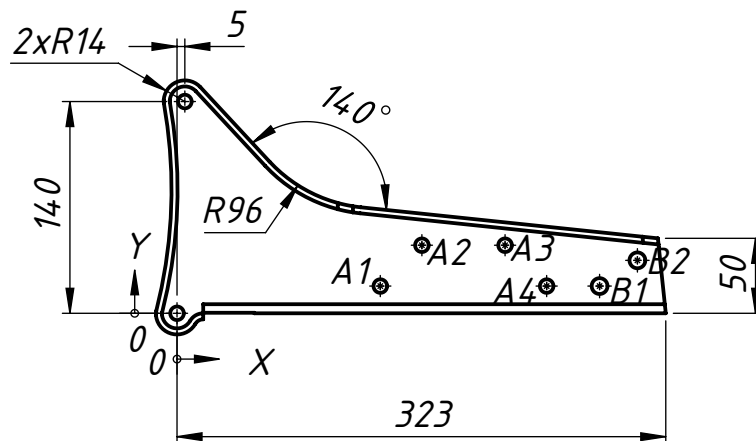
Note : 1. Part number 1.1 is an existing standard frame used as reference only.

2. Part number 1.2 is a custom attachment frame to be fabricated.

1	Additional Frame			1.2	SS 400	129 x 140 x 220	Fabricated
1	Existing Frame			1.1	SS 400	115 x 140 x 323	Existing
1	Frame Assy			1	SS 400	140 x 245 x 329	Assembly
Quantity	Part Name			Part No.	Material	Dimension	Remarks
	Revision	c	f	i	Customer		Replaces :
	a	d	g	j			Replaced By :
	b	e	h	k			
CULTIVATOR MODIFICATION						Scale 1:5	Drawn 20-06-25 M.ThorIQ
							Checked Adhe.A
						Approved	
POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG						02/A4/ASSY	

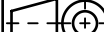
1.1 ✓

Medium Tol.



Note : For reference only, Not for manufacturing

TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	134	18	Ø 9 THRU
A2	162	45	Ø 9 THRU
A3	217	45	Ø 9 THRU
A4	244	18	Ø 9 THRU
B1	279	18	Ø 10.5 THRU
B2	304	35	Ø 10.5 THRU

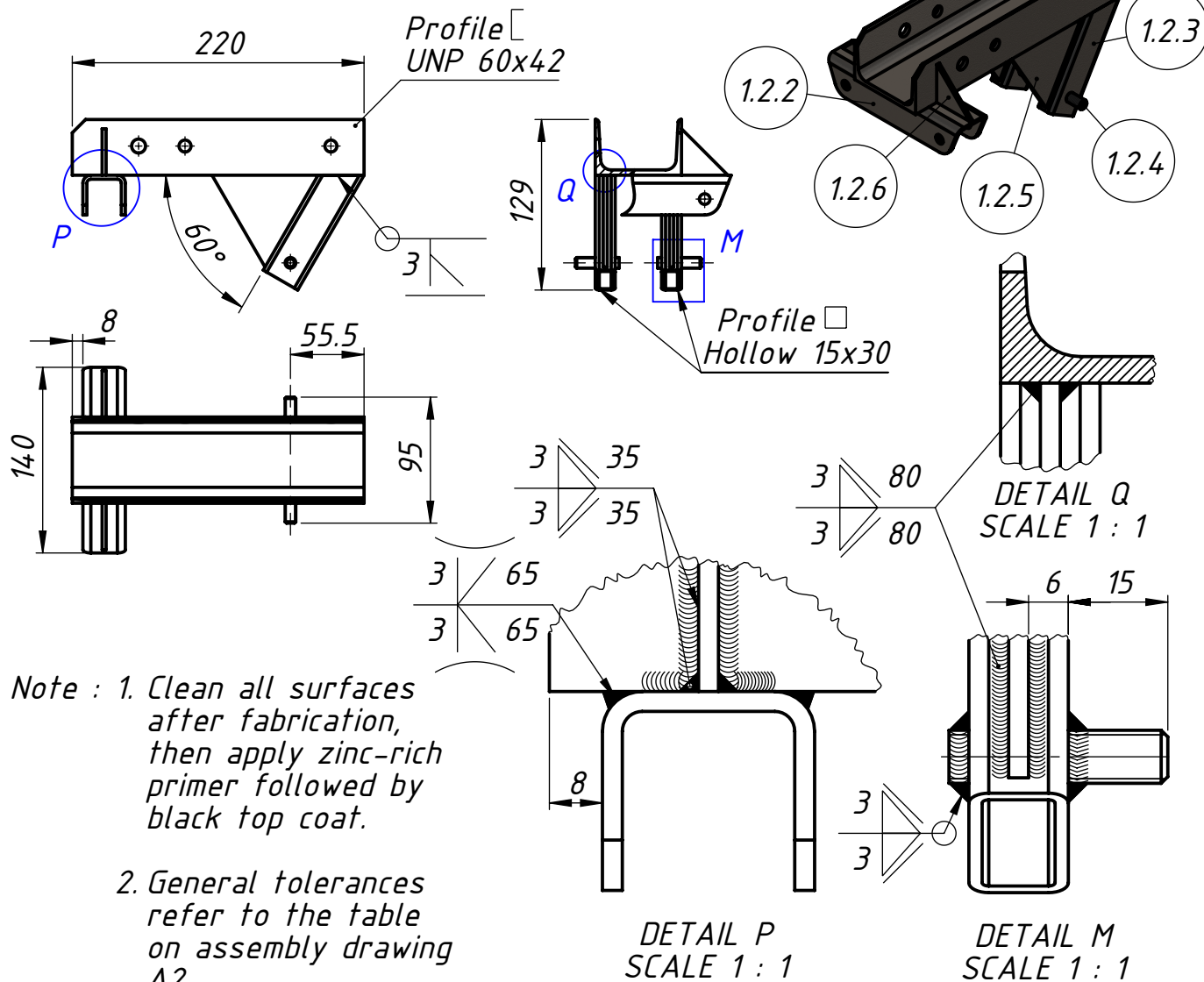
1			Existing Frame					1.1	SS 400	115 x 140 x 323			Existing	
Quantity			Part Name					Part No.	Material	Dimension			Remarks	
			Revision	c		f		i		Customer		Replaces :		
			a		d		g		j					
			b		e		h		k				Replaced By :	
CULTIVATOR MODIFICATION									Scale 1:5 	Drawn	20-06-25	M.Thoriq		
										Checked		Adhe.A		
										Approved				



POLITEKNIK MANUFAKTUR
NEGERI BANGKA BELITUNG

03/A4/PART

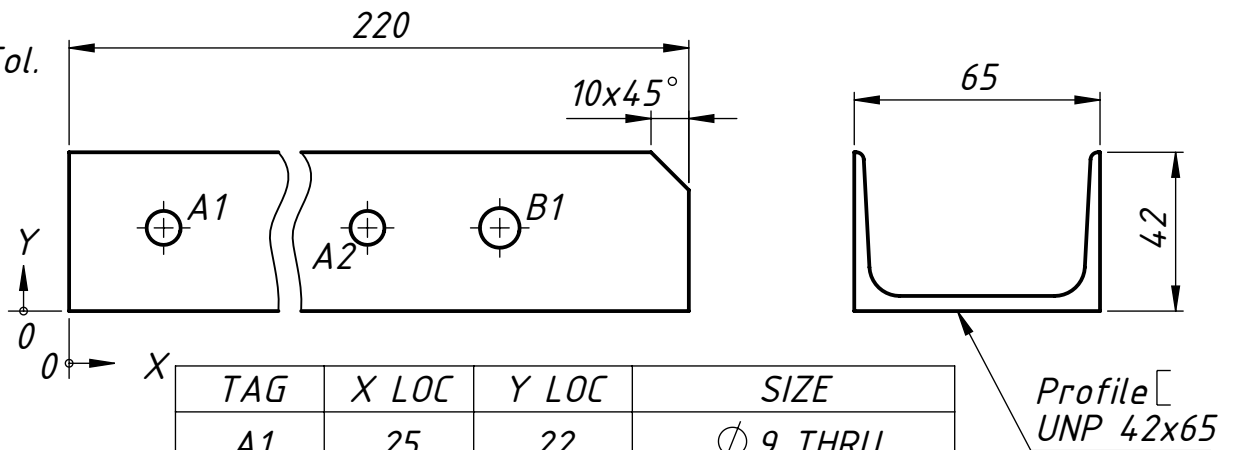
1.2 ∇ N9/
Medium Tol.



2	Gusset Plate 2	1.2.6	SS 400	3 x 69,3 x 80	Fabricated
2	Gusset Plate 1	1.2.5	SS 400	3 x 35 x 35	Fabricated
2	Threaded Rod	1.2.4	SS 400	M8 x 33	Fabricated
2	Connecting Rod End Bearing	1.2.3	SS 400	$\square$ 15 x 30 - 100	Fabricated
1	Top Bracket Rear Shock	1.2.2	SS 400	115 x 140 x 323	Fabricated
1	Main Frame	1.2.1	SS 400	$\square$ 42 x 65 x 220	Fabricated
1	Additional Frame	1.2	SS 400	129 x 140 x 220	Fabricated
Quantity	Part Name	Part No.	Material	Dimension	Remarks
	Revision	c	f	i	Customer
	a	d	g	j	
	b	e	h	k	
CULTIVATOR MODIFICATION				Scale 1:5	Replaces :
				Drawn	20-06-25 M.ThorIQ
				Checked	Adhe.A
				Approved	
POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG				04/A4/SUB-ASSY	

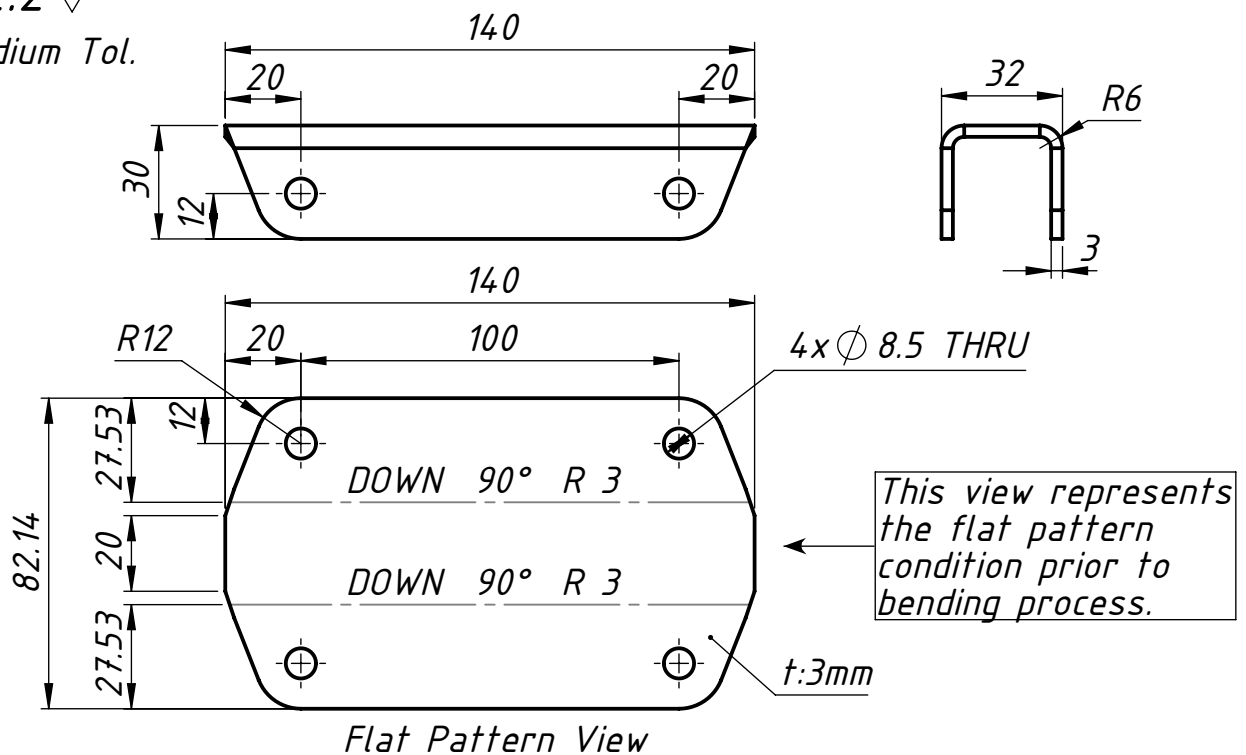
1.2.1 ∇ N9/

Medium Tol.



1.2.2 ∇ N9/

Medium Tol.



Note : General tolerances refer to the table on assembly drawing A2.

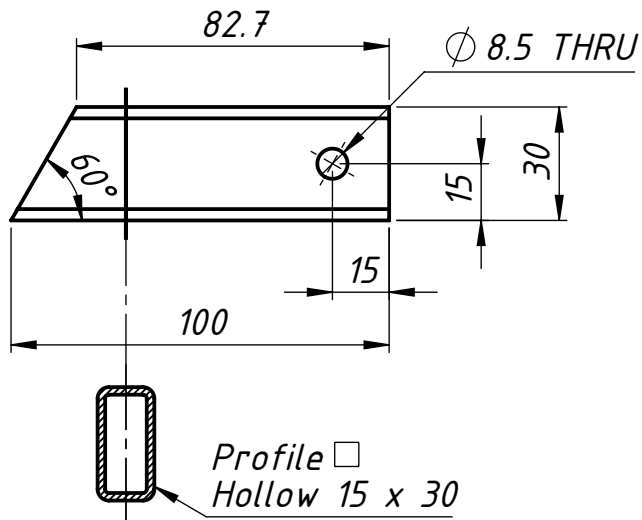
1	Top Bracket Rear Shock	1.2.2	SS 400	115 x 140 x 323	Fabricated
1	Main Frame	1.2.1	SS 400	[42 x 65 - 220	Fabricated
Quantity	Part Name	Part No.	Material	Dimension	Remarks
	Revision	c	f	i	Customer
	a	d	g	j	
	b	e	h	k	
CULTIVATOR MODIFICATION			Scale 1:2		Replaces :
			Drawn		20-06-25 M.Thoriq
			Checked		Adhe.A
			Approved		
			Replaced By :		



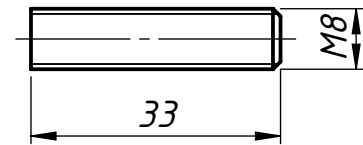
POLITEKNIK MANUFAKTUR
NEGERI BANGKA BELITUNG

05/A4/PART

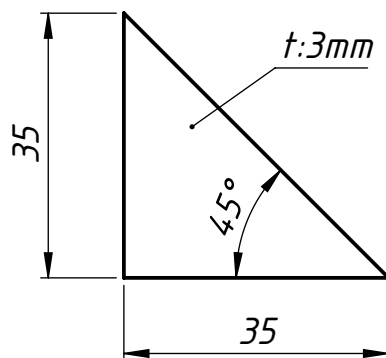
1.2.3
Medium Tol.



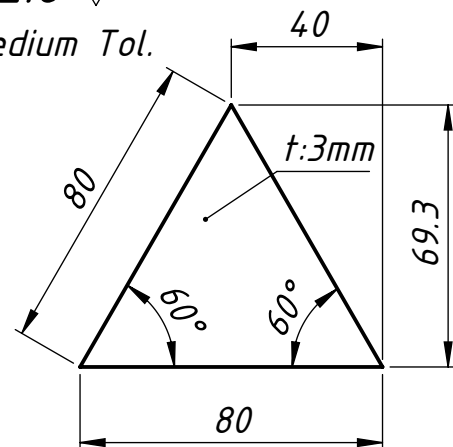
1.2.4
Medium Tol.



1.2.5
Medium Tol.



1.2.6
Medium Tol.



Note : General tolerances refer to the table on assembly drawing A2.

2	Gusset plate 2	1.2.6	SS 400	3 x 69,3 x 80	Fabricated
2	Gusset plate 1	1.2.5	SS 400	3 x 35 x 35	Fabricated
2	Threaded Rod	1.2.4	SS 400	M8 x 33	Fabricated
2	Connecting Rod End Bearing	1.2.3	SS 400	□ 15 x 30 - 100	Fabricated
Quantity	Part Name	Part No.	Material	Dimension	Remarks
	Revision	c	f	i	Customer
	a	d	g	j	
	b	e	h	k	
CULTIVATOR MODIFICATION				Scale	Replaces :
				1:2	Replaced By :
				(1:1)	
				Approved	
				Drawn	20-06-25 M.ThorIQ
				Checked	Adhe.A

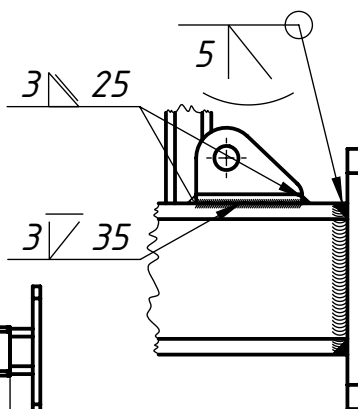
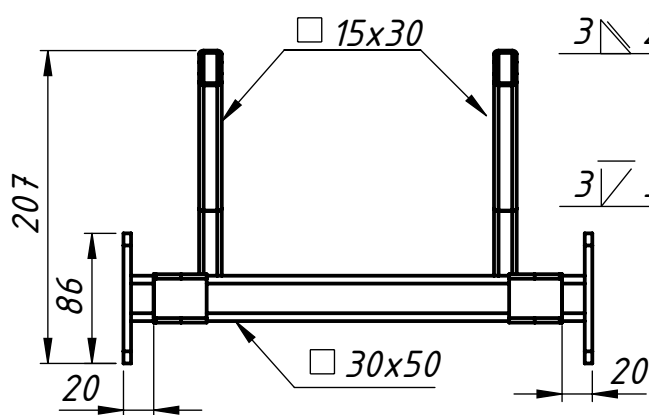
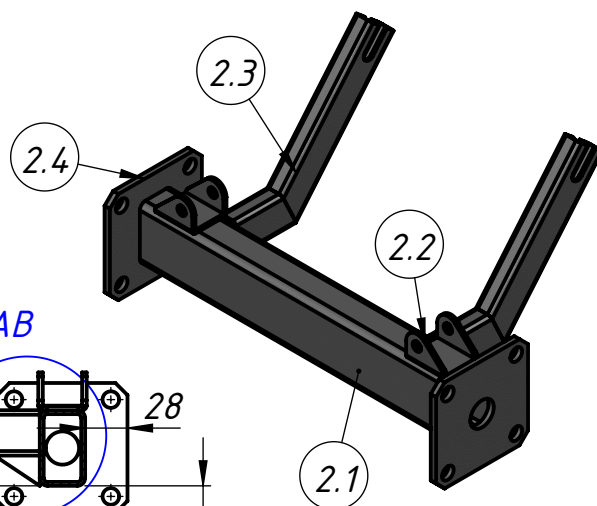
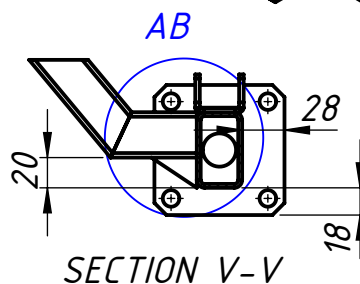
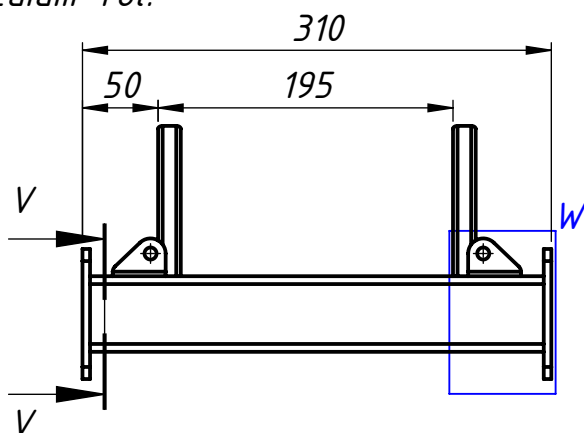


POLITEKNIK MANUFAKTUR
NEGERI BANGKA BELITUNG

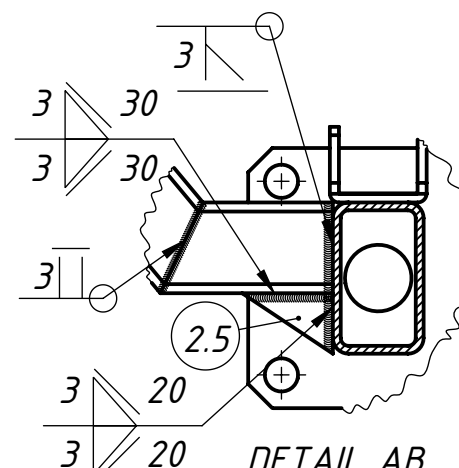
06/A4/PART

2 ∇ N9/

Medium Tol.



DETAIL W
SCALE 2 : 5



DETAIL AB
SCALE 2 : 5

Note : 1. Clean all surfaces after fabrication, then apply zinc-rich primer followed by black top coat.

2. General tolerances refer to the table on assembly drawing A2.

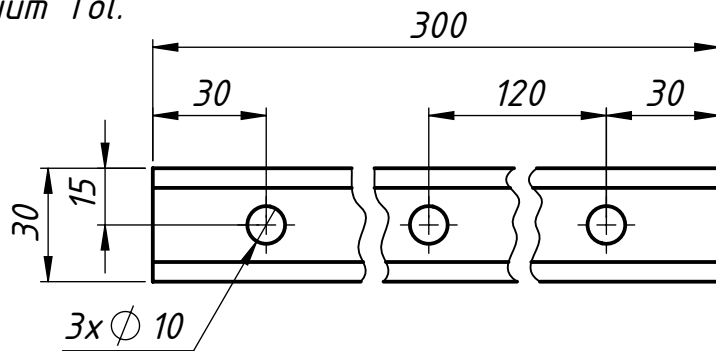
2	Gusset plate 3	2.5	SS 400	3 x 20 x 30	Fabricated
2	UCF Mounting Plate	2.4	SS 400	5 x 86 x 86	Fabricated
2	Connecting Arm Rod End Bearing	2.3	SS 400	□ 15 x 30 - 200,4	Fabricated
2	Bottom Bracket Rear Shock	2.2	SS 400	3 x 32 x 35	Fabricated
1	Suspension Arm	2.1	SS 400	□ 30 x 50 - 300	Fabricated
1	Linkage ARM	2	SS 400	86 x 207 x 310	Fabricated
Quantity	Part Name	Part No.	Material	Dimension	Remarks
	Revision	c	f	i	Customer
	a	d	g	j	
	b	e	h	k	
			CULTIVATOR MODIFICATION	Scale	Replaces :
				1:5	Replaced By :
				Drawn	21-06-25 M.Thoriq
				Checked	Adhe.A
			Approved		
			07/A4/ASSY		



POLITEKNIK MANUFaktur
NEGERI BANGKA BELITUNG

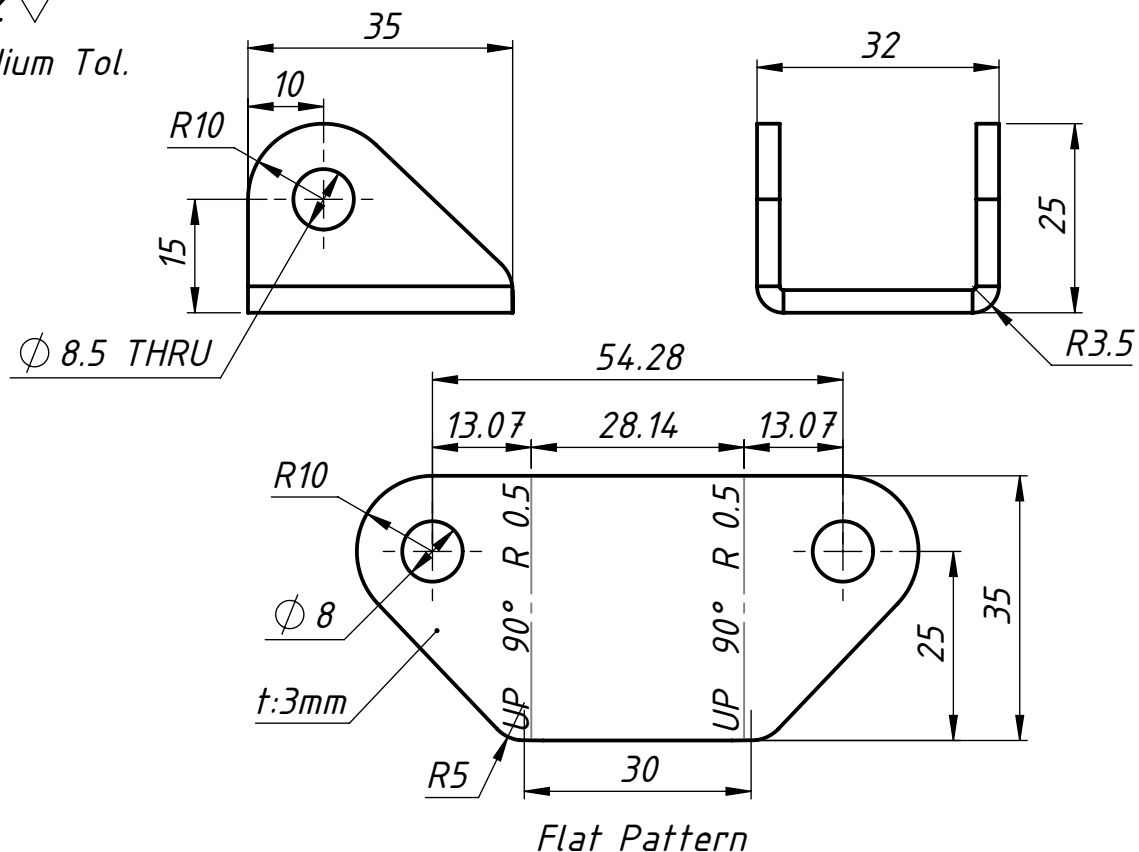
2.1 ∇ N9

medium Tol.



2.2 ∇ N9

Medium Tol.



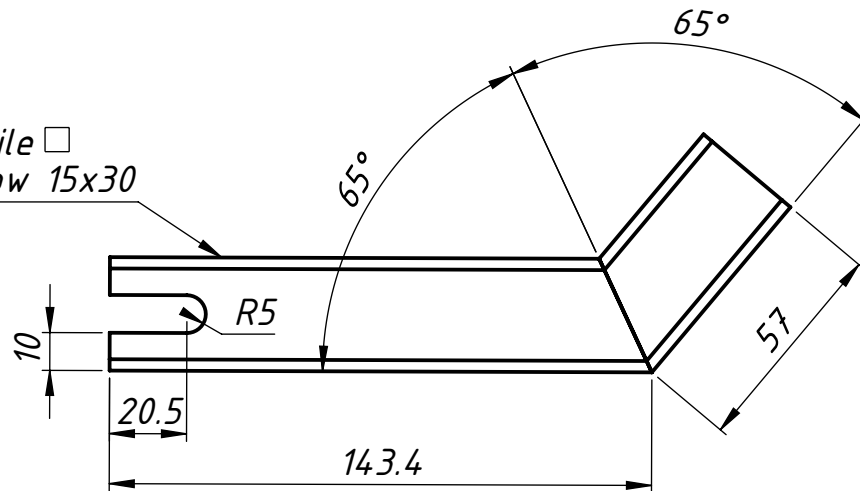
Note : General tolerances refer to the table on assembly drawing A2.

2	Bottom Bracket Rear Shock						2.2	SS 400	3 x 32 x 35	Fabricated		
1	Suspension Arm						2.1	SS 400	□ 30 x 50 - 300	Fabricated		
Quantity			Part Name					Part No.	Material	Dimension	Remarks	
			Revision	c		f		i	Customer	Replaces :		
			a		d		g			j	Replaced By :	
			b		e		h			k		
CULTIVATOR MODIFICATION									Scale 1:5	Drawn	21-06-25	M.ThorIQ
										Checked		Adhe.A
										Approved		
 POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG									08/A4/PART			

2.3 ^{N9/}▽

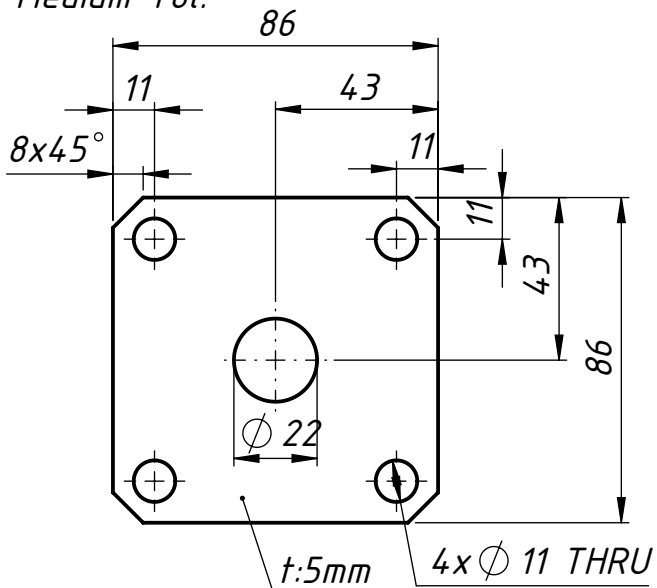
Medium Tol.

Profile □
Hollow 15x30



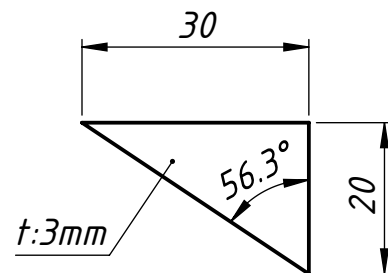
2.4 ^{N9/}▽

Medium Tol.



2.5 ^{N9/}▽

Tol.Sedang



Note : General tolerances refer to the table on assembly drawing A2.

2	Plate Gusset 3						2.5	SS 400	3 x 20 x 30	Fabricated		
2	UCF Mounting Plate						2.4	SS 400	5 x 86 x 86	Fabricated		
2	Connecting Arm Rod End Bearing						2.3	SS 400	□ 15 x 30 - 200,4	Fabricated		
Quantity			Part Name						Part No.	Material	Dimension	Remarks
			Revision		c		f		i	Customer	Replaces :	
			a		d		g		j		Replaced By :	
			b		e		h		k			
			CULTIVATOR MODIFICATION									Scale 1:2 (1:1)
	Checked									Adhe.A		
	Approved											
 POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG									09/A4/PART			

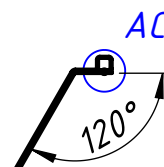
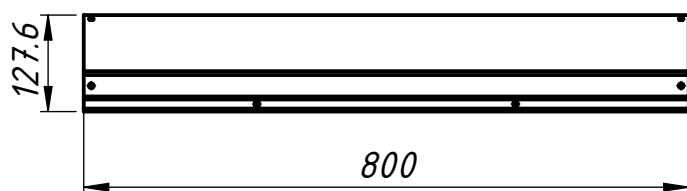
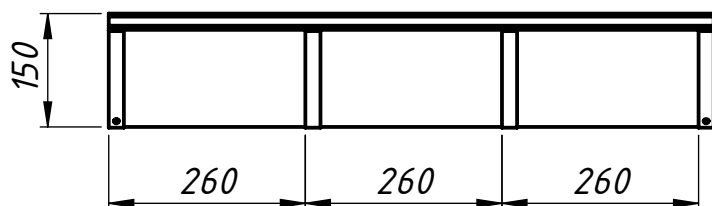
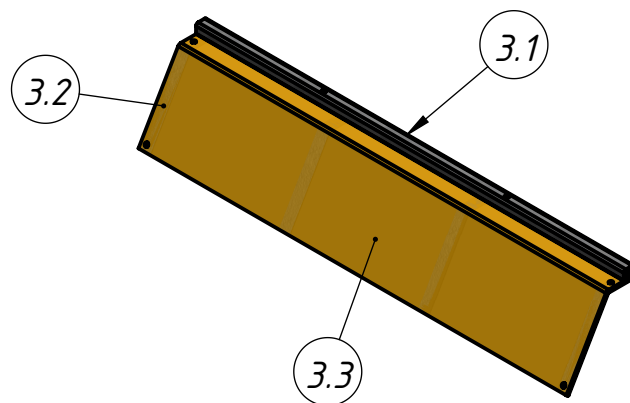


POLITEKNIK MANUFAKTUR
NEGERI BANGKA BELITUNG

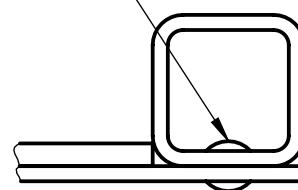
09/A4/PART

3 ∇ N8/

Medium Tol.



Blind Rivet ϕ 4
Qty 8 PCS



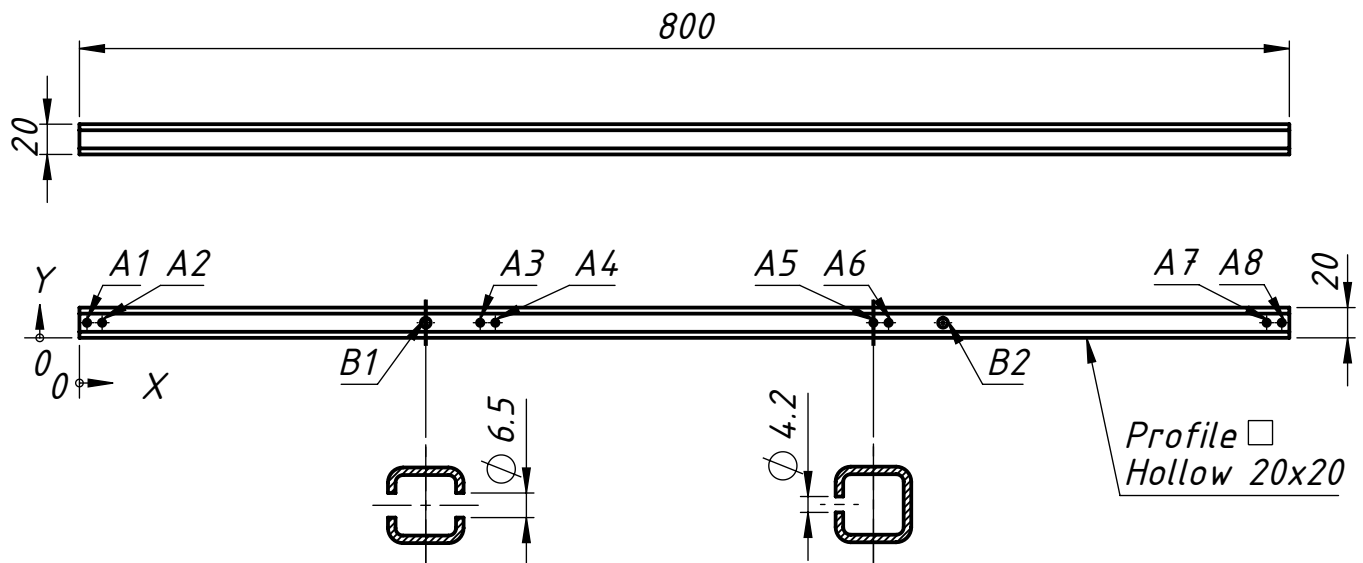
DETAIL AC
SCALE 1 : 1

Note : General tolerances refer to the table
on assembly drawing A2.

1	PU Sheet Cover Panel	3.3	PU Sheet	3 x 181,25 x 800	Fabricated
4	Bending Strip Bracket	3.2	Al.	2 x 20 - 198,6	Fabricated
1	Hollow Frame Support	3.1	Al.	□ 20 x 20 - 800	Fabricated
1	Rear Extension Cover	3	Various	127.6 x 150 x 800	Assembly
Quantity	Part Name	Part No.	Material	Dimension	Remarks
	Revision	c	f	i	Customer
	a	d	g	j	
	b	e	h	k	
CULTIVATOR MODIFICATION				Scale 1:5	Replaces :
					Replaced By :
				Drawn	21-06-25 M.Thoriq
				Checked	Adhe.A
				Approved	
POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG			10/A4/ASSY		

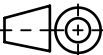
3.1 ∇ N8/

Medium Tol.



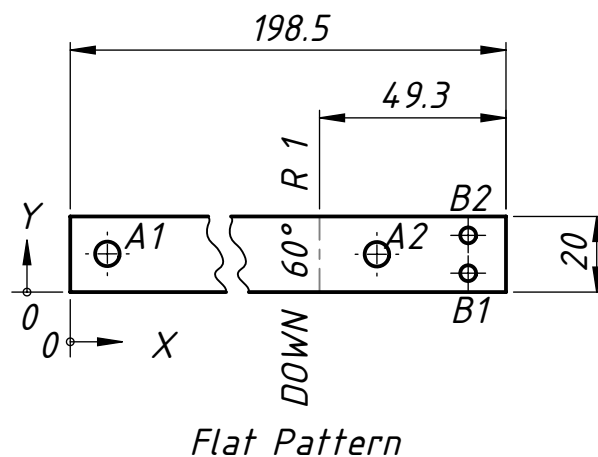
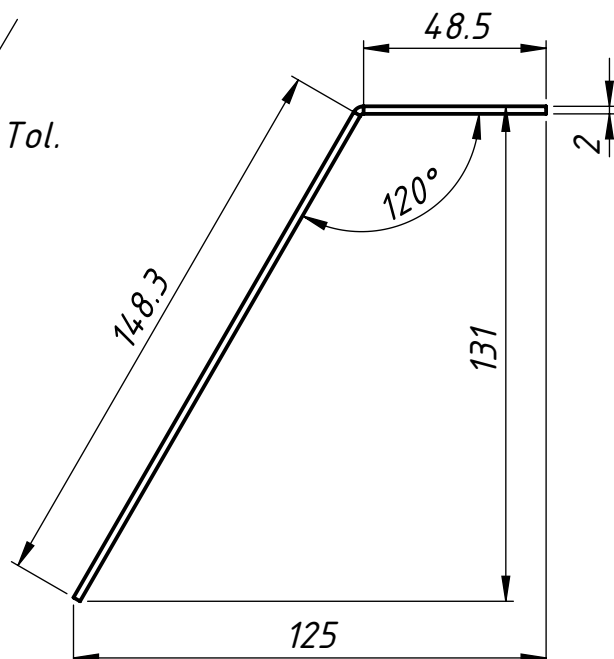
TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	5	10	$\phi 4.2 \pm 0.1$ THRU
A2	15	10	$\phi 4.2 \pm 0.1$ THRU
A3	265	10	$\phi 4.2 \pm 0.1$ THRU
A4	275	10	$\phi 4.2 \pm 0.1$ THRU
A5	525	10	$\phi 4.2 \pm 0.1$ THRU
A6	535	10	$\phi 4.2 \pm 0.1$ THRU
A7	785	10	$\phi 4.2 \pm 0.1$ THRU
A8	795	10	$\phi 4.2 \pm 0.1$ THRU
B1	229	10	$\phi 6.5$ THRU
B2	571	10	$\phi 6.5$ THRU

- Note :
1. All $\phi 4.1$ THRU holes (A1-A8) penetrate only the first hollow wall.
 2. All $\phi 6.5$ THRU holes (B1-B2) penetrate both hollow walls.
 3. General tolerances refer to the table on assembly drawing A2.

1			Hollow Frame Support					3.1		Al.		□ 20 x 20 – 800		Fabricated					
Quantity			Part Name					Part No.		Material		Dimension		Remarks					
			Revision		c		f		i	Customer		Replaces :							
			a		d		g		j			Replaced By :							
			b		e		h		k										
			CULTIVATOR MODIFICATION								Scale 1:5 (1:2) 		Drawn		22-06-25		M.Thoriq		
Checked													Adhe.A						
Approved																			
										POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG									
										11/A4/PART									

3.2 ∇ N8/

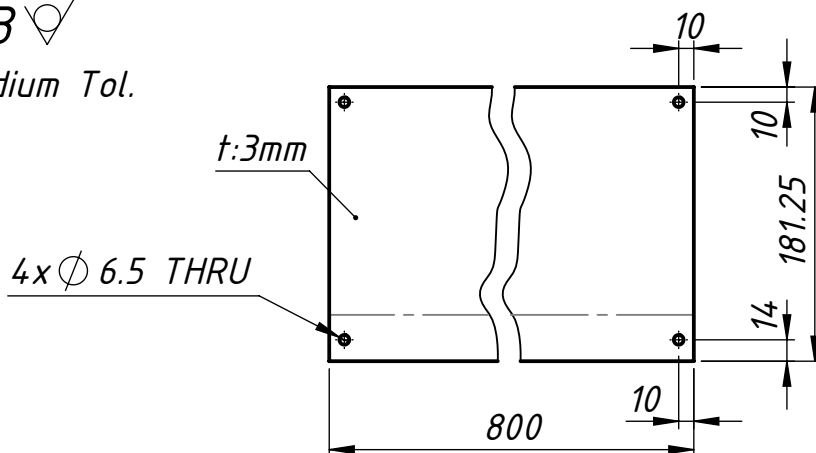
Medium Tol.



TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	9.82	10	ϕ 6.5 THRU
A2	164.50	10	ϕ 6.5 THRU
B1	188.63	5	ϕ 4.2 $\pm$ 0.1 THRU
B2	188.63	15	ϕ 4.2 $\pm$ 0.1 THRU

3.3 ∇

Medium Tol.

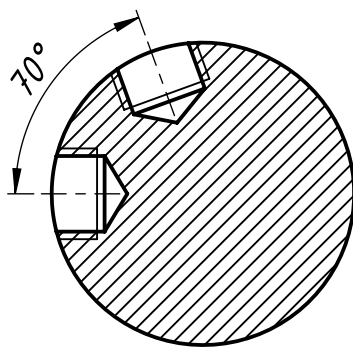


Flat Pattern View
For Cutting
Reference

Note : General tolerances refer to the table on assembly drawing A2.

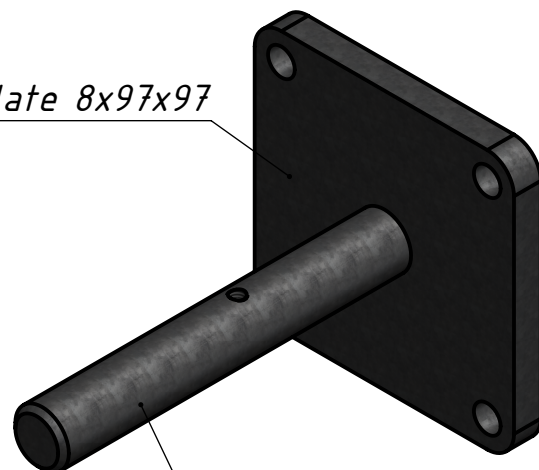
1	PU Sheet Cover Panel							3.3	PU Sheet	3 x 181,25 x 800			Fabricated		
4	Bending Strip Bracket							3.2	Al.	2 x 20 - 198,6			Fabricated		
Quantity			Part Name							Part No.	Material	Dimension			Remarks
			Revision		c		f		i	Customer		Replaces :			
			a		d		g		j				Replaced By :		
			b		e		h		k						
CULTIVATOR MODIFICATION										Scale 1:2 (1:5)	Drawn	22-06-25	M.Thoriq		
											Checked		Adhe.A		
											Approved				
 POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG										12/A4/PART					

4 ∇ N8/
Medium Tol.

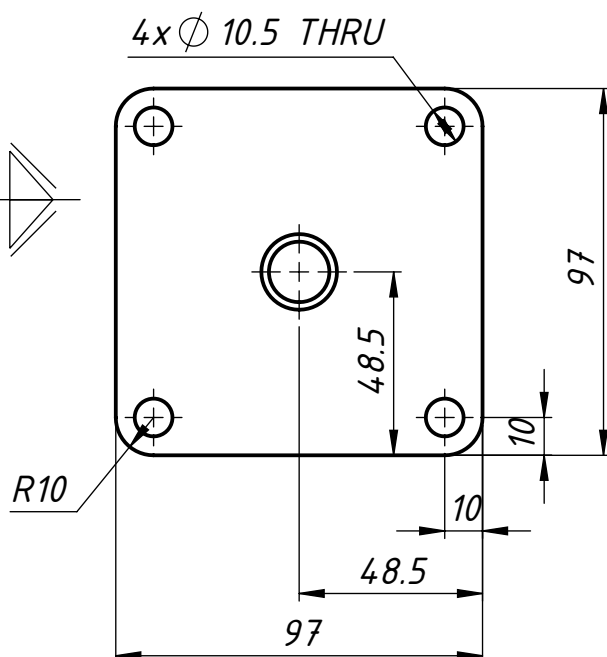
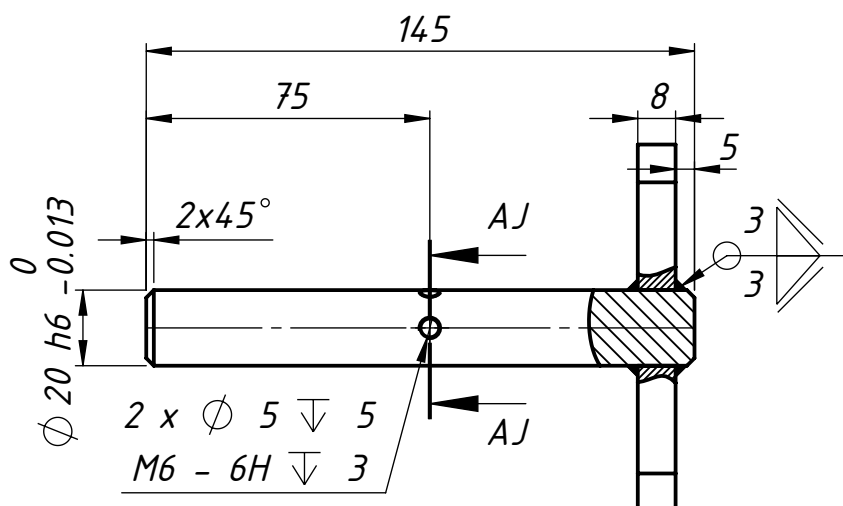


SECTION AJ-AJ
SCALE 2 : 1

Plate 8x97x97



Shaft ϕ 20-145



Note : 1. Plate hole is oversized by $\pm 0.5-1.0$ mm from shaft diameter to allow inner and outer welding clearance and ease of shaft alignment.

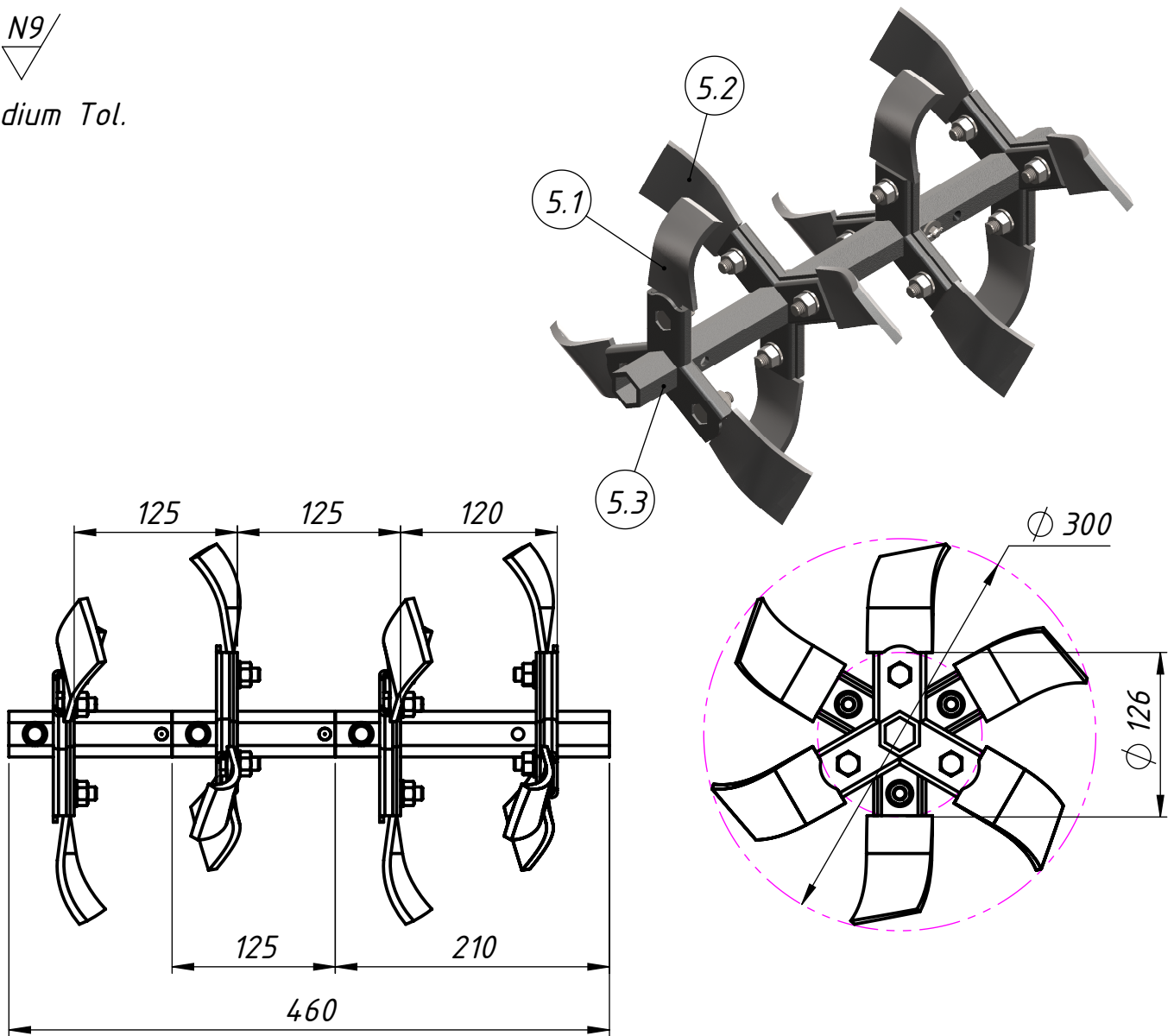
2. Shaft surface in contact with UCF 204 inner bore must remain uncoated (no epoxy zinc-rich primer) to ensure proper fit and function.

3. General tolerances refer to the table on assembly drawing A2.

2	Axle Shaft				4	SS 400	ϕ 20 x 97 x 145	Fabricated
Quantity	Part Name				Part No.	Material	Dimension	Remarks
	Revision	c	f	i	Customer		Replaces :	
	a	d	g	j			Replaced By :	
	b	e	h	k				
CULTIVATOR MODIFICATION						Scale 1:2	Drawn	21-06-25
							Checked	M.ThorIQ
								Adhe.A
							Approved	
POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG						13/A4/PART		

5 ^{N9} /

Medium Tol.



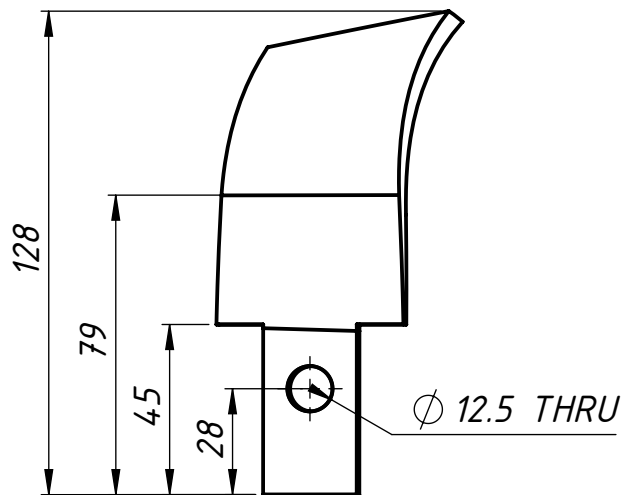
Note : 1. Part number 5.1 is a newly fabricated component.

2. Part number 5.2, bolts, pins, and other related components are existing parts and do not require fabrication.

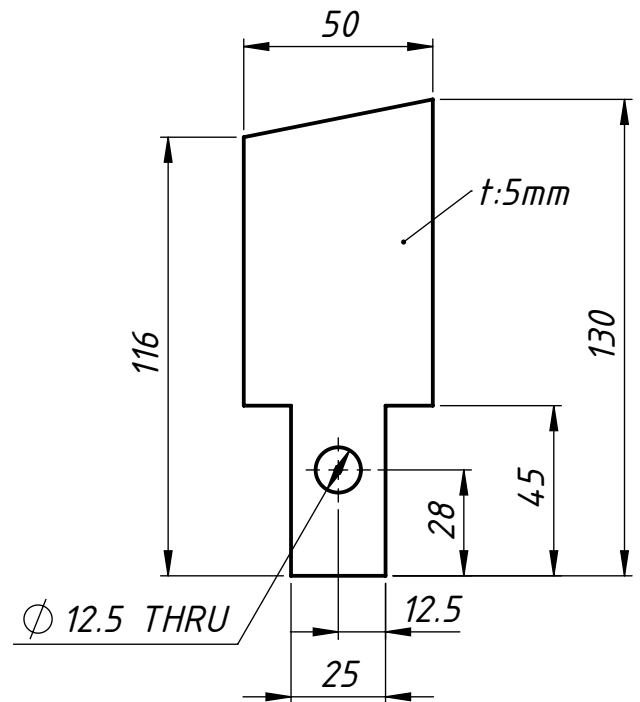
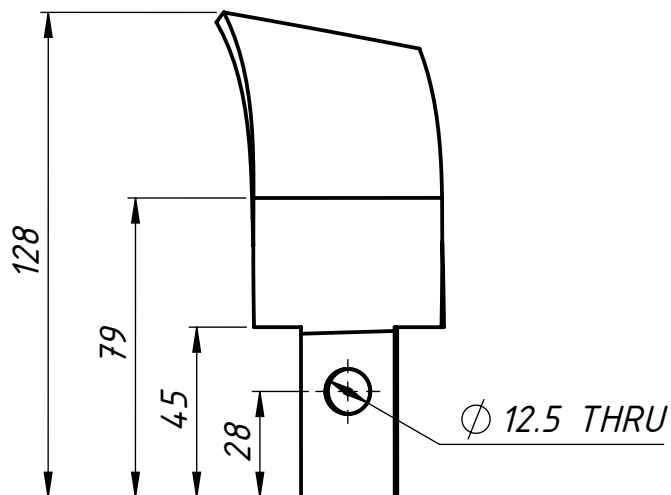
3. General tolerances refer to the table on assembly drawing A2.

2	Bracket C Blade	5.2	Steel	ϕ 126 x 460	Existing
12	C Blade-LH Bend	5.2	Spring Steel	5 x 25 x 128	Fabricated
12	C Blade-RH Bend	5.1	Spring Steel	5 x 25 x 128	Fabricated
2	C Blade Assy	5	Steel	ϕ 300 x 460	Assembly
Quantity	Part Name	Part No.	Material	Dimension	Remarks
	Revision	c	f	i	Customer
	a	d	g	j	
	b	e	h	k	
CULTIVATOR MODIFICATION				Scale 1:5	Replaces :
				Drawn	21-06-25 M.Thoriq
				Checked	Adhe.A
				Approved	
POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG				14/A4/ASSY	

5.1 ∇ ^{N8/}
Medium Tol.



5.2 ∇ ^{N8/}
Medium Tol.



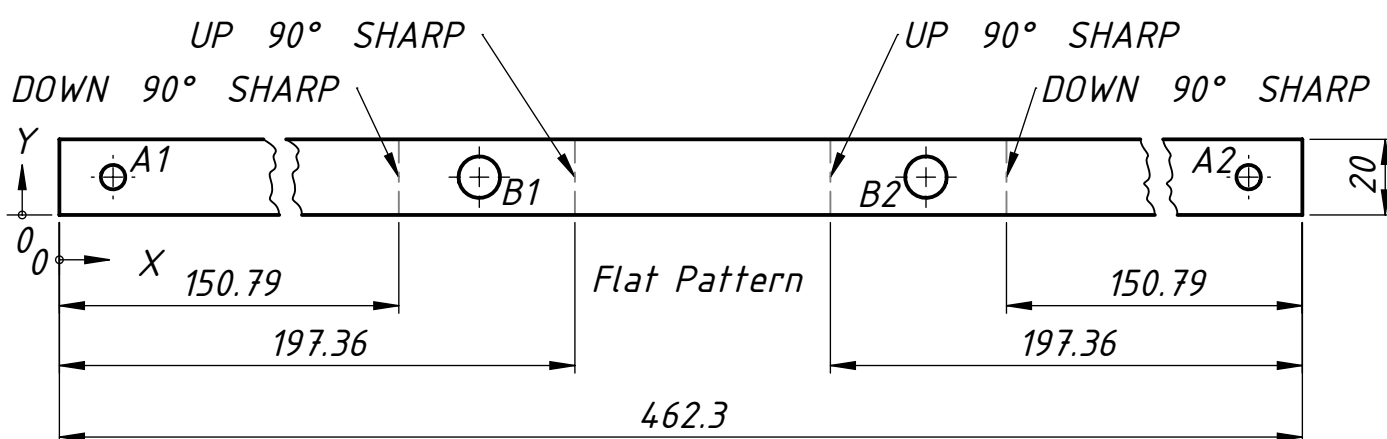
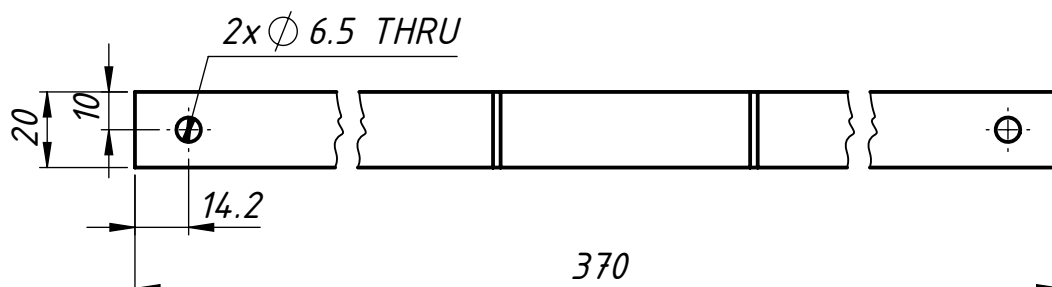
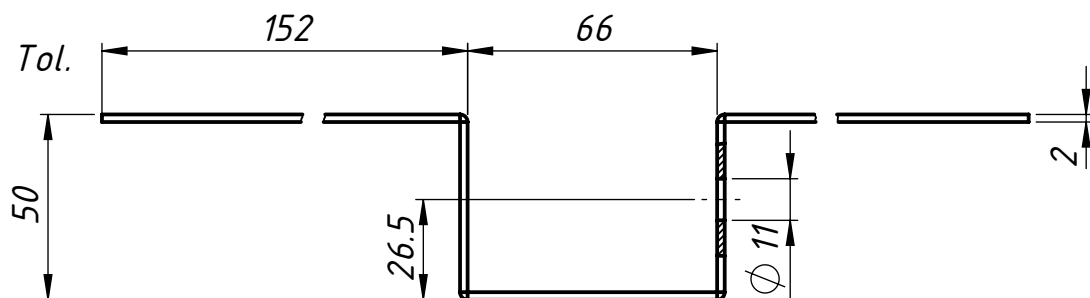
This drawing represents the flat pattern of the C-Blade before the bending process. Final shape is formed after bending according to the 3D model or forming specification

Note : General tolerances refer to the table on assembly drawing A2.

12	C Blade-LH Bend			5.2	Spring Steel	5 x 25 x 128	Fabricated
12	C Blade-RH Bend			5.1	Spring Steel	5 x 25 x 128	Fabricated
Quantity	Part Name			Part No.	Material	Dimension	Remarks
	Revision	c	f	i	Customer		Replaces :
	a	d	g	j			Replaced By :
	b	e	h	k			
CULTIVATOR MODIFICATION					Scale 1:2	Drawn	24-06-25
						Checked	M.ThorIQ
							Adhe.A
						Approved	
POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG					15/A4/PART		

6 ∇ N9/

Medium Tol.



TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	14.20	10	Ø 6.5 THRU
A2	448	10	Ø 6.5 THRU
B1	172	10	Ø 11 THRU
B2	290	10	Ø 11 THRU

Note : General tolerances refer to the table on assembly drawing A2.

1	New Bracket For Existing Cover				6	SS 400	2 x 50 x 370	Fabricated
Quantity	Part Name				Part No.	Material	Dimension	Remarks
	Revision	c	f	i	Customer		Replaces :	
	a	d	g	j			Replaced By :	
	b	e	h	k				
CULTIVATOR MODIFICATION						Scale 1:2	Drawn	24-06-25
							Checked	M.ThorIQ
								Adhe.A
							Approved	
POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG						16/A4/PART		