

**RANCANG BANGUN ALAT PEMUPUK JAGUNG DAN PALAWIJA
DENGAN SISTEM MEKANIK ROTOR PEMBAGI**

(Tugas Akhir)

Oleh

**RONALDO JULIATER A RGG
NPM 1805101026**



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

**RANCANG BANGUN ALAT PEMUPUK JAGUNG DAN PALAWIJA
DENGAN SISTEM MEKANIK ROTOR PEMBAGI**

Oleh

RONALDO JULIATER A RGG

Tugas Akhir

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
AHLI MADYA TEKNIK (A.Md.T)**

Pada

**Program Study Diploma III Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Lampung**



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

RANCANG BANGUN ALAT PEMUPUK JAGUNG DAN PALAWIJA DENGAN SISTEM MEKANIK ROTOR PEMBAGI

Oleh

RONALDO JULIATER A RGG

Jagung adalah salah satu hasil dari pertanian yang memegang peranan penting dalam memajukan perekonomian masyarakat. Pertumbuhan tanaman jagung sangat di pengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya ialah proses pemupukan. Pemupukan merupakan salah satu kegiatan yang sangat penting dalam budidaya tanaman jagung. Di beberapa tempat di Indonesia masih banyak para petani yang melakukan pemupukan tanaman jagung dengan cara tradisional menggunakan alat sederhana. Sehingga memunculkan ide untuk merancang alat pemupuk jagung dan palawija dengan sistem rotor pembagi. Cara kerja alat ini dengan didorong kemudian pupuk ditumpahkan kedalam hooper kemudian dengan adanya gaya gravitasi pupuk turun menuju rotor pembagi kemudian turun melalui corong pembungan. Proses pengujian pertama, pada percobaan pakan hewan ukuran 3mm hasil yang diperoleh pada jarak 1meter ialah 73gram, jarak 3meter ialah 67gram dan 5meter ialah 112gram. Pada percobaan pakan hewan ukuran hasil yang diperoleh pada jarak 1meter ialah 12gram, jarak 3meter ialah 18gram dan 5meter ialah 12gram. Proses pengujian kedua, percobaan pertama pakan ukuran 3mm dengan hooper terisi 100% ialah 73gram 50% ialah 98gram dan 25% adalah 71gram. Pada percobaan kedua pakan ukuran 7mm hasil yang diperoleh pada saat hooper terisi 100% ialah 12gram 50% ialah 33gram dan 25% adalah 39gram.

Kata Kunci: Jagung, Pupuk, Alat Pemupuk Jagung.

ABSTRACT

DESIGN AND DEVELOPMENT OF CORN AND PALAWIJA FERTILIZER WITH DIVIDING ROTOR MECHANICAL SYSTEM

By

RONALDO JULIATER A RGG

Corn is one of the results of agriculture which plays an important role in advancing the community's economy. The growth of corn plants is greatly influenced by several factors, one of which is the fertilization process. Fertilization is one very important activity in the cultivation of corn plants. In several places in Indonesia there are still many farmers who fertilize corn plants in the traditional way using simple tools. So that gave rise to the idea to design a corn and crops fertilizer with a dividing rotor system. The way this tool works is by pushing and then the fertilizer is poured into the hooper then with the force of gravity the fertilizer goes down to the dividing rotor and then down through the drain funnel. The first testing process, in the 3mm animal feed experiment, the results obtained at a distance of 1 meter were 73 grams, 3 meters distance was 67 grams and 5 meters was 112 grams. In the animal feed experiment the yield size obtained at a distance of 1 meter was 12 grams, 3 meters distance was 18 grams and 5 meters was 12 grams. The second test process, the first trial of 3mm feed with a 100% filled hooper is 73 grams, 50% is 98 grams and 25% is 71 grams. In the second experiment the 7mm feed size obtained when the hooper was filled 100% was 12 grams, 50% was 33 grams and 25% was 39 grams.

Keywords: Corn, Fertilizer, Corn Fertilizer.

Judul Tugas Akhir : **RANCANG BANGUN ALAT PEMUPUK
JAGUNG DAN PALAWIJA DENGAN
SISTEM MEKANIK ROTOR PEMBAGI**

Nama Mahasiswa : **RONALDO JULIATER A RGG**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1805101026**

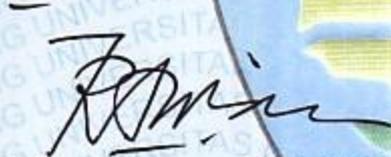
Program Studi : **Diploma III Teknik Mesin**

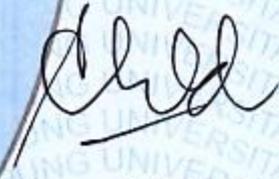
Fakultas : **Teknik Mesin**

MENYETUJUI

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2


Ir. Irza Sukmana, S.T., M.T., Ph.D., IPU.
NIP. 197008122001121001


Ir. Tarkono, S.T., M.T., IPP.
NIP. 197004151998021001

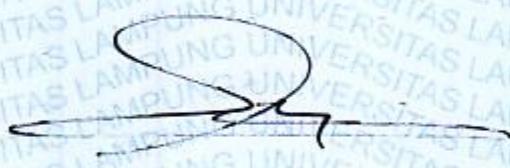
Ketua Program Studi

Diploma III Teknik mesin

Ketua Jurusan

Teknik Mesin


Agus Sugiri, S.T., M. Eng.
NIP. 197008041998031003

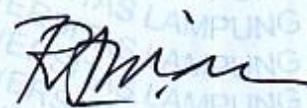

Dr. Amrul, S.T., M.T.
NIP. 197103311999031003

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

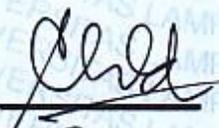
Pembimbing 1

: Ir. Irza Sukmana, S.T., M.T., Ph.D., IPU.



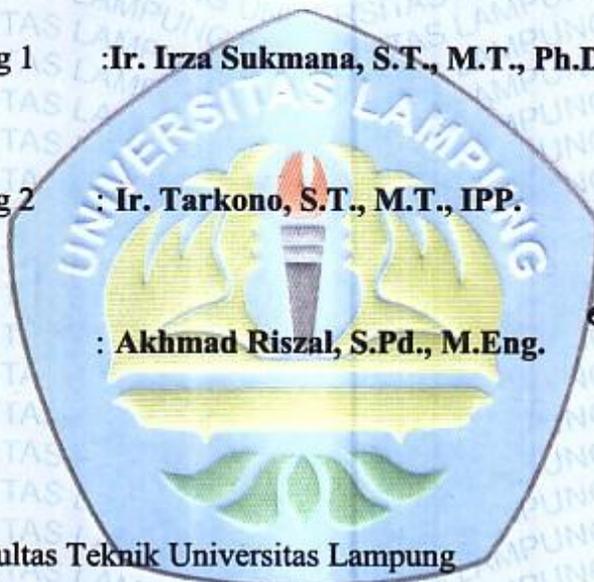
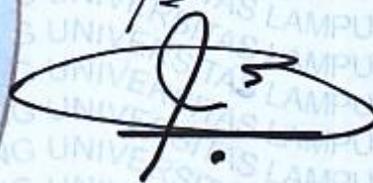
Pembimbing 2

: Ir. Tarkono, S.T., M.T., IPP.



Penguji

: Akhmad Rizsal, S.Pd., M.Eng.



2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc

NIP. 197509282001121002

Tanggal Lulus Ujian Tugas Akhir : 28 Maret 2023

PERNYATAAN PENULIS

Tugas Akhir ini dibuat sendiri oleh penulis dan bukan hasil plagiat sebagaimana diatur dalam pasal 36 Peraturan Akademik Universitas Lampung dengan Keputusan Rektor No. 13 Tahun 2019.

Yang Membuat Pernyataan,



Ronaldo Juliater A RGG
NPM 1805101026

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan tanggal 18 juli 1999, merupakan anak 2 dari 3 bersaudara, dari pasangan Bapak L. Sony A RGG dan Ibu Risma Haloho. Penulis menyelesaikan pendidikan SD N 3 Sukoharjo pada tahun 2012 dan selanjutnya penulis menyelesaikan pendidikan di SMP Xaverius Pringsewu pada tahun 2015. Kemudian pada tahun 2018 penulis menyelesaikan pendidikannya di SMK N Sukoharjo, Pringsewu. Sejak 2018 penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur Penerimaan Mahasiswa Program Diploma (PMPD). Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin (HIMATEM) sebagai anggota devisi Non Islam (2019-2020). Pada tanggal 3 mei 2021 hingga 3 juni 2021 penulis melaksanakan kerja praktik (KP) di **PT. Bukit Asam Tbk**, dengan judul **“Perawatan Primary Sizer (CR 301) Pada Jalur Belt Conveyor 301 PTBA”**. Kemudian Pada Juli 2022 penulis mengerjakan Tugas Akhir dengan judul **“RANCANG BANGUN ALAT PEMUPUK JAGUNG DAN PALAWIJA DENGAN ROTOR PEMBAGI”**. Dibawah bimbingan Bapak Ir. Irza Sukmana, S.T., M.T., Ph.D., IPU. selaku dosen pembimbing 1, Bapak Ir. Tarkono, S.T., M.T., IPP. selaku dosen pembimbing 2, dan dengan dosen penguji Bapak Akhmad Riszal, S.Pd., M.Eng.

PERSEMBAHAN

**Dengan kerendahan hati ini
Ku persembahkan tugas akhirku ini untuk:**

Ayah, Ibu dan Keluarga Tercinta

Dan

Almamater Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung

Serta

Rekan – Rekan Teknik Mesin 2018

Terkhusus D3 Teknik Mesin 2018

MOTTO

Namun aku akan bersorak-sorak di dalam TUHAN, beria-ria di dalam Allah yang menyelamatkan aku.

Habakuk 3:18

Sahat- sahat nisolu

Sai sahat ma tu bottean

Sai sahat hita mangolu

Sai sahat ma hita tu panggabean, sahat tuparhorasan.

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Esa karena berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir sesuai dengan waktu yang ditetapkan. Laporan Tugas Akhir ini ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat wajib untuk mencapai gelar Ahli Madya Teknik jenjang Diploma III Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Selain itu Tugas Akhir ini ditujukan untuk mengamati dan mengetahui secara langsung proses pembuatan Alat Pemupuk Jagung Dan Palawija Dengan Sistem Mekanik Rotor Pembagi yang bermanfaat bagi masyarakat dan khususnya bagi penulis. Selama penyusunan Tugas Akhir berlangsung penulis dibantu dan diberikan saran dari berbagai pihak sehingga terealisasinya Laporan Tugas Akhir ini. Pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Amrul S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung
2. Bapak Agus Sugiri, S.T., M.Eng., selaku ketua program studi Diploma III Teknik Mesin Universitas Lampung.
3. Bapak Ir. Irza Sukmana, S.T., M.T., Ph.D., IPU. selaku Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir. Terimakasih atas bimbingan serta kritik dan saran dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir
4. Bapak Ir. Tarkono, S.T., M.T., IPP. selaku Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir. Terimakasih atas bimbingan serta kritik dan saran dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir

5. Bapak Bapak Akhmad Riszal, S.Pd., M.Eng. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir. Terima kasih untuk masukan dan saran-saran pada seminar Laporan Tugas Akhir terdahulu.
6. Kedua Orang tua penulis, Kakak, Adik serta keluarga besar yang penulis cintai dan selalu memberikan do'a, motivasi serta semangat materil maupun moril dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Kepada orang spesial yang telah menemani, membantu, mendukung penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Semua teman-teman yang tidak bisa disebutkan penulis satu per satu
9. Semua teman-teman Teknik Mesin 2018 yang telah memberikan semangat sampai saat ini.
- 10..Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin (HIMATEM) khususnya HIMATEM angkatan 2018 yang telah banyak memberikan dukungan dan juga semangat dalam penyusunan laporan ini.

Penulis menyadari masih terdapatnya kekurangan yang ada dalam Laporan Tugas Akhir ini. Penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak agar penulis dapat berkembang dan menjadi lebih baik dari sebelumnya. Akhir kata, semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat berguna dan dapat bermanfaat bagi banyak pihak dan bagi pembaca serta bagi penulis.

Bandar lampung, 11 April 2023

Penulis,

Ronaldo Juliater A RGG

NPM. 1805101026

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
MENGESAHKAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
PERNYATAAN PENULIS	viii
PERSEMBAHAN	viii
MOTTO	viii
SANWACANA	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xvii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Sistematika Penulisan	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Jagung	4
2.2. Pengertian Pupuk	4
2.3 Proses Penanaman Jagung	5
2.4 Traktor Tangan	6
2.5 Alat Penanam Jagung	7

2.6	Alat Pemupuk Jagung	7
2.7	Pengertian Pengelasan	8
2.8	Pengertian Las SMAW (<i>Shielded Metal Arc Welding</i>)	9
2.9	Elektroda/Kawat Las.....	10
2.10	Pengertian Mesin Gerinda.....	11
2.11	Jenis-Jenis Gerinda	12
2.12	Pengeboran.....	14
2.13	Bending (Penekukan).....	15
2.14	Mur dan Baut	16
2.15	Proses Pengecatan.....	17
2.16	Pengertian Perancangan	17
III.	METODE PROYEK AKHIR	19
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
3.2	Konsep Rancangan.....	19
3.3	Perancangan	21
3.4	Perancangan Alat Pemupuk Jagung.....	21
3.5	Fungsi Alat Pemupuk Jagung	23
3.6	Spesifikasi dan persyaratan permintaan alat pemupuk jagung	23
3.7	Morfologi Alat Pemupuk Jagung.....	24
3.8	Penilaian Kombinasi	24
3.9	Perancangan bentuk (Embodiment Design).....	25
3.10	Alat dan Bahan	25
3.11	Prosedur Pembuatan.....	31
3.12	Prinsip Dasar Operasi alat pemupuk jagung.....	32
3.13	Proses Pengujian	33
3.14	Data yang Diambil	33

IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1	Pemilihan Design Alat Pemupuk Jagung.....	35
4.2	Persyaratan Alat Pemupuk Jagung.....	36
4.3	Morfologi Alat Pemupuk Jagung.....	37
4.4	Penilaian Kombinasi	38
4.5	Proses Perancangan dan Produksi Alat Pemupuk Jagung	39
4.6	Spesifikasi Alat Pemupuk Jagung.....	43
4.7	Alat Pengujian.....	46
4.8	Parameter Pengelasan	50
4.9	Cacat Pengelasan	50
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1	Kesimpulan	53
5.2	Saran	53
	DAFTAR PUSTAKA	56
	LAMPIRAN.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Spesifikasi dan persyaratan permintaan alat pemupuk jagung.	23
Tabel 2. Matriks morfologi alat pemupuk jagung.....	24
Tabel 3. Penilaian kombinasi.	25
Tabel 4. Bahan dan Material Alat Pemupuk Jagung.....	30
Tabel 5. Pengujian Pertama.....	34
Tabel 6. Pengujian Kedua.	34
Tabel 7. Spesifikasi dan persyaratan permintaan alat pemupuk jagung.	37
Tabel 8. Matriks morfologi alat pemupuk jagung.....	38
Tabel 9. Penilaian kombinasi.	39
Tabel 10. Spesifikasi alat pemupuk jagung.....	44
Tabel 11. Pengujian pertama.....	46
Tabel 12. Pengujian kedua.	48
Tabel 13. Cacat pengelasan.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Traktor tangan.	6
Gambar 2. Planter Jagung.	7
Gambar 3. Alat pemupuk Jagung Type Dorong.	8
Gambar 4. Mesin las (SMAW).	10
Gambar 5. Elektroda/Kawat Las.	11
Gambar 6. Gerinda Tangan.	13
Gambar 7. Gerinda Duduk.	14
Gambar 8. Bor Tangan.	14
Gambar 9. Mur dan Baut.	17
Gambar 10. Konsep Rancangan.	22
Gambar 11. Langkah-langkah dalam perancangan.	26
Gambar 12. Gerinda Tangan.	26
Gambar 13. Mesin Bor.	26
Gambar 14. Mesin Las.	27
Gambar 15. Meteran.	27
Gambar 16. Mistar Siku.	28
Gambar 17. Jangka Sorong.	28
Gambar 18. Jangka.	29
Gambar 19. Mistar Baja.	29
Gambar 20. Kunci Ring.	29
Gambar 21. Baut dan Mur.	30
Gambar 22. Design Alat Pemupuk Jagung.	35
Gambar 23. Tahap Pembuatan.	40
Gambar 24. Pemasangan rangka, <i>bearing</i> , as roda dan roda.	41
Gambar 25. Pemasangan hooper, rotor dan as rotor.	42
Gambar 26. Pemasangan stang dan corong pembungan.	42
Gambar 27. Finishing.	43
Gambar 28. Alat pemupuk jagung.	43

Gambar 29. Spesifikasi ukuran alat pemupuk jagung.....	45
Gambar 30. Grafik Jatuhnya pakan dengan jarak 1m, 3m dan 5m.....	47
Gambar 31. Grafik Jatuhnya Pakan dengan hooper terisi 100%, 50% dan 25%..	48
Gambar 32. Alat yang sudah ada.	49
Gambar 33. Cacat las <i>spatter</i>	50
Gambar 34. Cacat Las <i>overlap</i>	51
Gambar 35. Cacat las porositas.....	51

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jagung (*Zea mays*) merupakan salah satu komoditi pangan yang termasuk makanan pokok di Indonesia dan merupakan tanaman pangan setelah padi dan gandum sebagai sumber karbohidrat (Dewi dkk, 2020). Di Indonesia terdapat beberapa daerah yang dijadikan makanan pokok utamanya seperti di daerah Madura dan Nusa Tenggara (Warisno, 2007). Untuk daerah penghasil jagung hampir merata di wilayah Nusantara. Menurut sejarah awal ditemukannya tanaman jagung yaitu dari Amerika tengah atau Amerika selatan dan berkaitan dengan suku india yang menjadikan jagung pada waktu itu sebagai bahan makanan. Jagung juga dapat diolah menjadi berbagai macam, yaitu bisa dijadikan nasi jagung sebagai makanan utama pengganti beras, selain itu dijadikan tepung dan bahan untuk cemilan, pakan ternak dan sebagai bahan pembuatan produk industri farmasi, minyak pangan, serta kosmetik (Epin, 2020).

Jagung adalah salah satu hasil dari pertanian yang memegang peranan penting dalam memajukan perekonomian masyarakat. Sektor pertanian jagung di Indonesia tidak lepas dari adanya permasalahan yang setiap tahunnya selalu membuat petani kesulitan, salah satu masalah yaitu pada teknologi pertaniannya. Teknologi pertanian pada tanaman jagung sangatlah penting dengan harapan dapat meningkatkan kualitas hasil pertanian jagung serta memudahkan bagi para petani untuk mengelola tanaman jagung agar meningkatkan produktivitas pertanian jagung, mengingat perluasan lahan jagung di indonesia yang semakin luas. Pertumbuhan tanaman jagung sangat di pengaruhi oleh beberapa factor salah satunya ialah proses pemupukan. Pemupukan merupakan salah satu kegiatan yang sangat penting dalam budidaya tanaman jagung. Pemupukan dapat membantu menahan air dan memperbaiki struktur tanah. Di beberapa tempat di

Indonesia masih banyak para petani yang melakukan pemupukan tanaman jagung dengan cara tradisional menggunakan alat sederhana, dan sebagian besar pemupukan dilakukan dengan cara membuat goresan di samping tanaman sepanjang barisan kemudian menaburkan pupuk di atasnya. Proses pemupukan tersebut membutuhkan waktu, tenaga dan biaya yang terlalu tinggi sehingga kurang produktif. Mengingat perluasan lahan jagung di Indonesia yang semakin luas tidak mungkin dilakukan pemupukan jagung secara manual karena akan memakan waktu yang lama dan menguras tenaga bagi para petani tanaman jagung.

Salah satu dampak yang dapat merugikan petani saat memberi pupuk jagung seperti ini dapat di minimalisir dengan cara menggunakan alat bantu. Alat bantu adalah suatu alat tambahan untuk mempermudah pekerjaan petani jagung, adanya alat bantu ini dapat membantu proses pemupukan jagung menjadi lebih efisien terhadap waktu maupun keluhan lainnya. Permasalahan yang didapatkan diatas maka dari itu penulis tertarik membahas untuk membuat alat pemupuk jagung sebagai tugas akhir, guna untuk membantu dan memberi solusi kepada para petani jagung agar mempermudah dan menghemat waktu saat dilakukannya proses pemupukan, untuk pembuatan alat pemupuk jagung menggunakan type dorong, memakai roda dua dan menerapkan system rotor pembagi. Cara kerja alat pemupuk jagung dengan menggunakan putaran as roda yang di salurkan menggunakan rantai untuk memutar as rotor.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam proyek akhir ini adalah:

1. Merancang dan membuat alat pemupuk jagung.
2. Menguji coba alat pemupuk jagung.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penyusunan proyek akhir ini penulis membatasi pokok permasalahan mengenai pembuatan alat pemupuk jagung dan pengujian alat pemupuk jagung menggunakan pakan kucing berukuran 7mm dan pakan ikan berukuran 3mm.

1.4 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan proyek akhir ini di susun dalam 5 (lima) bab yaitu sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan tentang latar belakang, batasan masalah, tujuan proyek akhir dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisikan tentang pengertian jagung, pengertian pupuk, proses penanaman jagung, definisi pengelasan, pengertian la smaw, pengertian elektroda, pengertian gerinda, jenis-jenis gerinda, pengeboran, bending, baut dan mur, pengecatan.

BAB III METODOLOGI PROYEK AKHIR

Pada bab ini berisikan waktu dan tempat pelaksanaan, konsep perancangan, perancangan alat pemupuk jagung, fungsi alat pemupuk jagung, spesifikasi dan persyaratan permintaan alat pemupuk jagung, morfologi alat pemupuk jagung, penilaian kombinasi, perancangan bentuk, alat dan bahan, prosedur pembuatan, cara kerja alat pemupuk jagung, proses pengujian dan data yang diambil.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan Pemilihan Design Alat Pemupuk Jagung, persyaratan alat pemupuk jagung, morfologi alat pemupuk jagung, penilaian kombinasi, proses perancangan dan produksi alat pemupuk jagung, spesifikasi alat pemupuk jagung, tahap pengujian dan cacat pengelasan.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari data yang di peroleh pada alat pemupuk jagung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Jagung

Jagung merupakan tanaman sereal yang paling produktif di dunia, sesuai ditanam di wilayah bersuhu tinggi, dan pematangan tongkol ditentukan oleh akumulasi panas yang diperoleh tanaman. Luas pertanaman jagung di seluruh dunia lebih dari 100 juta ha, menyebar di 70 negara, termasuk 53 negara berkembang. Penyebaran tanaman jagung sangat luas karena mampu beradaptasi dengan baik pada berbagai lingkungan. Jagung tumbuh baik di wilayah tropis hingga 50° LU dan 50° LS, dari dataran rendah sampai ketinggian 3.000 m di atas permukaan laut (dpl), dengan curah hujan tinggi, sedang, hingga rendah sekitar 500 mm per tahun. Pusat produksi jagung di dunia tersebar di negara tropis dan subtropics.

Banyak pendapat dan teori mengenai asal tanaman jagung, tetapi secara umum para ahli sependapat bahwa jagung berasal dari Amerika Tengah atau Amerika Selatan. Jagung secara historis terkait erat dengan suku Indian, yang telah menjadikan jagung sebagai bahan makanan sejak 10.000 tahun yang lalu. Jagung merupakan tanaman semusim determinat, dan satu siklus hidupnya diselesaikan dalam 80-150 hari. Paruh pertama dari siklus merupakan tahap pertumbuhan vegetatif dan paruh kedua untuk pertumbuhan generative. Jenis jagung dapat diklasifikasikan berdasarkan sifat biji dan endosperm, warna biji, lingkungan tempat tumbuh, umur panen, kegunaan. Sejalan dengan perkembangan pemuliaan tanaman jagung, jenis jagung dapat dibedakan berdasarkan komposisi genetiknya, yaitu jagung hibrida dan jagung bersari bebas (Neni, 2016).

2.2. Pengertian Pupuk

Kegiatan budidaya tanaman saat ini tidak dapat dipisahkan dengan adanya pupuk. Tanaman yang di berikan pupuk oleh petani dengan harapan akan meningkatkan

hasil yang di peroleh. Produksi pertanian pada saat ini harus di tingkatkan seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk yang pesat. Kebutuhan akan produksi-produksi pertanian meningkat, sehingga diperlukan adanya teknologi untuk meningkatkan hasil. Teknologi tersebut adalah pemupukan.

Pupuk adalah salah satu sarana produksi yang memiliki sebuah peranan penting dalam meningkatkan sebuah produksi dan mutu hasil dari budidaya tanaman. Pada PP No. 8 tahun 2001 Bab 1 pasal 1 dijelaskan bahwa definisi pupuk adalah bahan kimia atau organisme yang berperan dalam sebuah penyediaan unsur hara bagi keperluan tanaman secara langsung maupun tidak langsung. Dalam pertumbuhan dan perkembangannya tanaman akan membutuhkan unsur hara untuk proses fisiologis dan tubuhnya. Kekurangan unsur hara dapat mengakibatkan kurang maksimalnya pertumbuhan dan produksi suatu tanaman. Pupuk memiliki dua jenis yaitu pupuk anorganik dan organik. Anorganik ialah adalah pupuk dari hasil proses rekayasa secara kimia, fisik dan atau biologis, dan merupakan hasil dari industry atau pabrik pembuat pupuk. Organik merupakan pupuk yang sebagian besar berasal dari tanaman dan hewan yang telah di lalui proses rekayasa, dapat berbentuk padat atau cair yang digunakan untuk menyuplai bahan organik, memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Tiore dkk, 2021).

2.3 Proses Penanaman Jagung

Jagung memiliki beberapa susunan tubuh yang terdiri atas: akar, batang, daun, bunga dan buah yang terdiri atas tongkol dan biji. Tanaman jagung berakar serabut, menyebar kesamping dan kebawah sepanjang sekitar 25 cm. Penyebaran pada lapisan tanah, bentuk sistem perakaran sangat bervariasi. Jarak tanam mempengaruhi populasi tanaman dan keefisienan, penggunaan cahaya juga mempengaruhi kompetisi antara tanaman dalam menggunakan air dan zat hara, sehingga akan mempengaruhi hasil. Pengaturan jarak tanam jagung yang dipengaruhi oleh tingkat kesuburan tanah. Tanah yang subur cenderung lebih jarang dibanding dengan tanah yang kurang subur.

Jarak tanam yang ideal untuk tanaman jagung adalah 75 x 25 cm, 100 x 20 cm, dan 100 x 40 cm. Jarak tanam yang ideal akan memperkecil tingkat kompetisi, baik kompetisi terhadap unsur hara tanaman, cahaya, air, udara, pertumbuhan gulma, dll. Jumlah benih per lobang tanam akan meningkatkan populasi tanaman. Populasi tanaman meningkatkan produktifitas jagung yang hanya menggunakan pengaturan jarak tanaman. Pengaturan jarak tanam 100 x 20cm dengan jumlah benih 1 butir perlobang tanam kebutuhan benih akan sama dengan jarak tanam 100 x 40 cm dengan jumlah benih 2 butir per lobang tanaman.

2.4 Traktor Tangan

Traktor roda dua atau traktor tangan (*power tiller/hand tractor*) adalah mesin sebuah pertanian yang dapat digunakan untuk mengolah tanah dan lain-lain pekerjaan pertanian dengan alat pengolah tanahnya digandengkan/dipasang di bagian belakang mesin. Mesin ini mempunyai efisiensi tinggi, karena pembalikan dan pemotongan tanah dapat dikerjakan dengan waktu yang bersamaan. Traktor roda dua merupakan mesin serbaguna karena dapat juga berfungsi sebagai tenaga penggerak untuk alat-alat lain seperti pompa air, alat prosesing, gandengan (*trailer*), dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Traktor tangan.
(Sumber: Parjo, 2022)

2.5 Alat Penanam Jagung

Biasanya petani menanam jagung dengan cara ditugal, yaitu tanah dilubangi menggunakan tongkat atau kayu sesuai dengan jarak yang diatur menggunakan tali, kemudian lubang diisi benih dan ditutup menggunakan tanah, karena proses tanam yang seperti itu banyak memerlukan pekerja maka ada alat penanam jagung yang bias memudahkan para petani yaitu Planter jagung alat penanam jagung ini memiliki cara kerja sederhana yaitu dengan cara didorong, tidak menggunakan mesin.

Jarak tanam yang direkomendasikan adalah 70 cm x 20 cm atau menggunakan sistem jajar legowo 80 cm x 40 cm x 20cm dengan arah barisan Timur-Barat. Jumlah biji per lubang pada kondisi normal direkomendasikan yaitu 1 biji/lubang, namun karena datangnya hujan belum terlalu intensif maka alat disetel untuk mampu mengeluarkan 2 biji/lubang. Alat ini memiliki kekurangan jika digunakan ditanah yang keras, berbatu dan bergelombang hal ini dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini (Delly, 2019).



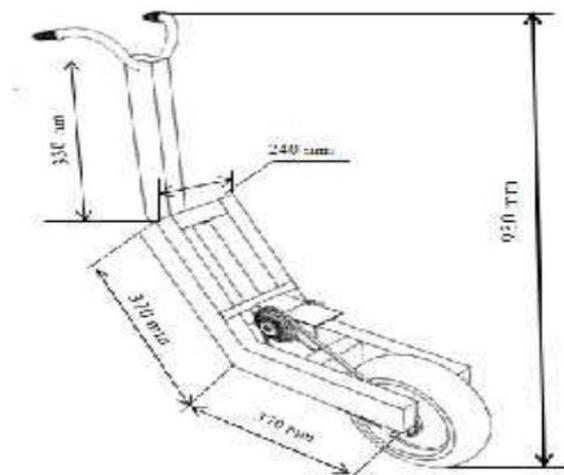
Gambar 2. Planter Jagung.
(Sumber: Dwi dkk, 2021)

2.6 Alat Pemupuk Jagung

Proses pemupukan sampai saat ini pada umumnya masih dikerjakan secara tradisional dengan menggunakan alat sederhana, yaitu dengan tugal dan sebagian

besar pemupukan dilakukan dengan cara membuat goresan di samping tanaman sepanjang barisan kemudian menaburkan pupuk di atasnya. Proses pemupukan tersebut membutuhkan waktu dan biaya yang terlalu tinggi sehingga kurang produktif, memupuk jagung dengan cara tugal masih belum efisien untuk meningkatkan produktifitas jagung, oleh sebab itu diperlukan alat yang dapat mempermudah proses pemupukan.

Alat pemupuk jagung tipe dorong adalah salah satu alat untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi pada proses budidaya jagung khususnya dalam proses pemupukan. Alat ini merupakan alat yang memiliki pembuka alur pupuk dan penutup alur tanah yang didorong oleh mausia, hal ini dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini (Agustiawan, 2018).



Gambar 3. Alat pemupuk Jagung Type Dorong.
(Sumber: Agustiawan, 2018)

2.7 Pengertian Pengelasan

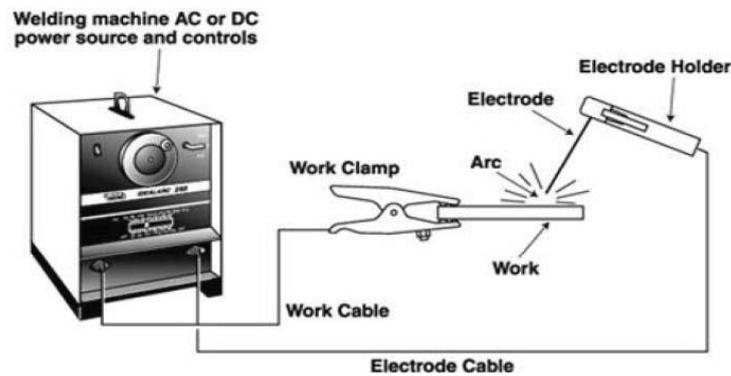
Pengelasan merupakan suatu proses penyambungan dua buah logam untuk menghasilkan sebuah kontruksi mesin. Sambungan las digunakan untuk menyatukan dua buah baja atau lebih yang bersifat permanen. Pengelasan cara kerjanya dibagi menjadi tiga kelompok yaitu pengelasan penekanan, pematrian dan pengelasan cair. Pengelasan cair yaitu cara pengelasan dimana benda yang

akan disambungkan kemudian dipanaskan sampai mencair dan menambah logam las dengan sumber energi panas dari mesin las.

Faktor yang mempengaruhi pengelasan adalah yaitu suatu perencanaan untuk pelaksanaan penelitian yang meliputi cara pembuatan konstruksi las yang sesuai rencana dan spesifikasi dengan menentukan semua hal yang diperlukan dalam pelaksanaan tersebut. Faktor produksi pengelasan ialah jadwal pembuatan, proses pembuatan, alat dan bahan yang diperlukan, urutan pelaksanaan, persiapan pengelasan (meliputi: pemilihan mesin las, penunjukan juru las, pemilihan elektroda, penggunaan jenis kampuh). Penyetelan kuat arus pengelasan akan mempengaruhi hasil las. Bila kuat arus yang digunakan terlalu rendah dan menyebabkan sukarnya penyalaan busur listrik. Busur listrik yang terjadi menjadi tidak stabil. Panas yang terjadi tidak cukup untuk melelehkan elektroda dan bahan dasar sehingga hasilnya merupakan rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusan kurang dalam. Sebaliknya bila kuat arus terlalu tinggi maka elektroda akan mencair terlalu cepat dan akan menghasilkan permukaan las yang lebih lebar dan penembusan yang dalam sehingga menghasilkan kekuatan tarik yang rendah dan menambah kerapuhan dari hasil pengelasan (Santoso dkk, 2016).

2.8 Pengertian Las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*)

Pada saat ini banyak teknologi pengelasan yang di gunakan dalam kehidupan sehari-hari dari yang sederhana hingga yang sangat kompleks, contohnya ialah pembuatan pagar besi, rak pot bunga dan tangga besi. Salah satu jenis pengelasan yang banyak digunakan adalah las busur listrik (SMAW). Las SMAW merupakan teknik pengelasan yang dikelompokkan ke dalam teknik pengelasan menggunakan busur gas dan fluks. Pada teknik pengelasan ini bahan atau material logam penyambung (elektroda) berupa logam yang telah dilapisi oleh fluks (slag las). Lapisan ini berfungsi untuk melindungi logam dari gas oksidasi luar, berikut gambar 4 di bawah ini adalah gambar mesin las (SMAW).



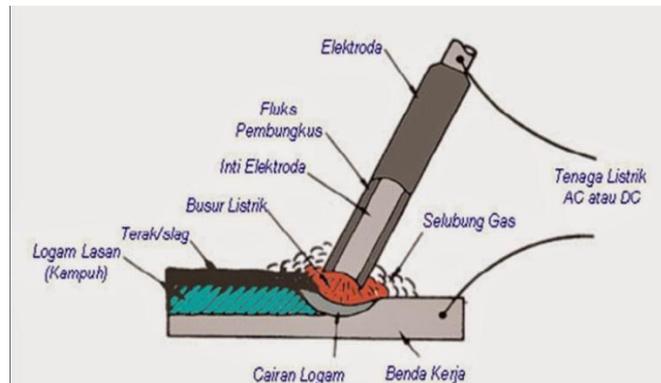
Gambar 4. Mesin las (SMAW).
(Sumber: Nursahid, 2016).

Sebagaimana dijelaskan dalam *American Welding Society* (AWS) prinsip dari pengelasan shield metal arc welding adalah menggunakan panas dari busur listrik dari ujung sebuah consumable elektroda tertutup dengan tegangan listrik yang dipakai 23 - 45Volt, dan untuk pencairan digunakan arus listrik hingga 500 amper yang pada umum digunakan berkisar antara 80-200 amper. Pada Proses pengelasan shield metal arc welding sambungan las dapat terkontaminasi oleh gas oksidasi dari luar, hal ini perlu dicegah karena oksidasi metal merupakan senyawa yang tidak mempunyai kekuatan mekanis (Nugroho, 2018).

2.9 Elektroda/Kawat Las

Pengelasan yang menggunakan las busur listrik membutuhkan kawat las (Elektroda) yang intinya terdiri dari suatu logam dan lapsi oleh lapisan yang terbuat dari beberapa campuran zat kimia, selain berfungsi sebagai pembangkit, elektroda juga sebagai bahan tambah. Elektroda ada dua jenis bagian yaitu bagian yang berselaput (fluks) dan tidak berselaput yang pangkalnya untuk menjepitkan tang las. Fungsi fluks atau lapisan elektroda dalam las busur listrik yaitu untuk melindungi dan menjaga logam cair dari lingkungan udara menghasilkan gas pelindung, menstabilkan busur, menghasilkan terak yang melapisi manik las karena bahan salutan pada elektroda memberikan oksin pembersih dan deoksidasi secara otomatis di dalam kawah cairan las. Oleh karena lapisan gas dan lapisan terak pada logam las, akan menutup kemungkinan masuknya oksigen dan nitrogen yang berbahaya ke logam las, memurnikan logam las dengan meminimalisir

oksigen, menambah elemen paduan dalam logam las, menimbulkan endapan las yang efisien, dan menimbulkan lapisan isolator listrik pada hasil yang kita lakukan pengelasan, dapat dilihat gambar 5 dibawah ini adalah elektroda.



Gambar 5. Elektroda/Kawat Las.
(Sumber: Rahmat, 2014)

Pada dasarnya, dari sisi logam yang akan dilakukan pengelasan, kawat las dibagi menjadi batang las untuk baja struktural, baja karbon, baja paduan, besi tuang dan logam non-ferro. Bahan elektroda harus memiliki karakteristik yang sama dengan logam. Pemilihan elektroda pada pengelasan baja karbon sedang dan baja karbon tinggi harus benar-benar diperhatikan apabila kekuatan las diharuskan sama dengan kekuatan material. Klasifikasi kawat didasarkan pada standar American Welding Society (AWS). Menurut standar AWS, jumlah kode EXXYZ adalah sebagai berikut: E: Kawat las busur. xx: menyatakan nilai tegangan tarik minimum dengan hasil lasan dikalikan 1000 psi atau 42 kg/mm. Y: Posisi pengelasan yang ditentukan, satu media dapat dilas di semua posisi. Z: Elektroda kalium rutil membran, pengelasan AC dan DC (Saputra dkk, 2014).

2.10 Pengertian Mesin Gerinda

Gerinda atau yang sering juga disebut sebagai mesin gerinda merupakan Power tool yang multifungsi yang cukup penting. Gerinda menjadi salah satu mesin perkakas yang banyak digunakan untuk mengasah, memotong serta menggerus

benda kerja untuk kebutuhan tertentu. Pada umumnya penggunaan mesin gerinda ditentukan yaitu berdasarkan tingkat kekerasan benda kerja seperti logam dengan tingkat kekerasan tinggi, batu alam, keramik dan beton. Pada material yang memiliki tingkat kekerasan tinggi, mesin gerinda bekerja lebih keras sehingga diperlukan torsi yang lebih besar dan mampu bekerja pada suhu tinggi. Prinsip kerja mesin gerinda adalah batu gerinda berputar bersentuhan dengan benda kerja sehingga terjadi pengikisan, penajaman, pengasahan, atau pemotongan. Dengan begitu pengertian mesin gerinda dapat didefinisikan sebuah mesin yang dapat digunakan untuk berbagai pekerjaan, yang disesuaikan dengan berbagai jenis batu gerinda yang digunakan untuk memperoleh hasil yang diinginkan. (Achmadi, 2022).

2.11 Jenis-Jenis Gerinda

Banyak jenis-jenis gerinda yang sesuai dengan fungsi dan tujuannya masing-masing, untuk memilih jenis gerinda yang akan digunakan dapat di lihat dari fungsi gerinda tersebut, oleh sebab itu harus terlebih dahulu mengetahui jenis-jenis gerinda agar pekerjaan berjalan dengan lancar dan mendapatkan hasil yang baik. berikut jenis-jenis gerinda ialah sebagai berikut:

1. Gerinda Tangan

Mesin gerinda tangan adalah mesin yang fungsinya untuk menggerinda benda kerja. Pada awalnya mesin gerinda hanya digunakan untuk benda kerja berupa logam yang keras seperti besi dan stainless steel. Menggerinda dapat bertujuan untuk mengasah benda kerja seperti pisau dan pahat, atau dapat juga bertujuan untuk membentuk benda kerja seperti merapihkan hasil pemotongan, merapikan hasil las, membentuk lengkungan pada benda kerja yang bersudut, menyiapkan permukaan benda kerja untuk dilas, dan lain-lain. Mesin Gerinda didesain untuk dapat menghasilkan kecepatan sekitar 11.000 – 15.000 rpm. Dengan kecepatan tersebut batu gerinda yang merupakan komposisi aluminium oksida dengan kekasaran serta kekerasan yang sesuai, dapat menggerus

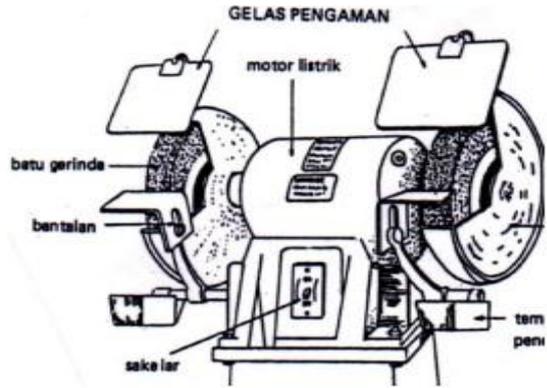
permukaan logam sehingga menghasilkan bentuk yang diinginkan, dapat dilihat pada gambar 6 di bawah ini adalah gerinda tangan:



Gambar 6. Gerinda Tangan.
(Sumber: Rasyid, 2020)

2. Gerinda Duduk

Sama dengan mesin gerinda tangan, hanya saja posisi mesin gerinda dipasangkan pada sebuah dudukan. Untuk melakukan proses penggerindaan, benda kerja didekatkan dan ditempelkan ke roda gerinda yang berputar hingga permukaan benda kerja terkikis oleh roda gerinda. Roda gerinda yang digunakan pada mesin gerinda duduk berukuran lebih tebal dibandingkan roda gerinda pada mesin gerinda tangan. Mesin gerinda duduk banyak digunakan untuk proses pemotongan pipa besi, besi hollow, besi as. Kemudian mengasah pahat, mengikis benda kerja maupun menghaluskan permukaan benda kerja setelah proses pengelasan. Fungsi utama gerinda duduk adalah untuk mengasah mata bor, tetapi dapat juga digunakan untuk mengasah pisau lainnya seperti mengasah pisau dapur, golok, kampak, arit, mata bajak, dan perkakas pisau lainnya. Selain untuk mengasah, gerinda duduk dapat juga untuk membentuk atau membuat perkakas baru, seperti membuat pisau khusus untuk meraut bambu, membuat suku cadang mesin jahit, membuat obeng, atau alat bantu lainnya untuk reparasi turbin dan mesin lain, dapat dilihat pada gambar 7 di bawah ini adalah gerinda duduk:



Gambar 7. Gerinda Duduk.
(Sumber: Samuel, 2011)

2.12 Pengeboran

Proses pengeboran adalah sebuah proses pemesinan yang paling sederhana diantara proses pemesinan yang lainnya. Biasanya jika di bengkel atau workshop proses ini dinamakan proses bor. Proses pengeboran dimaksudkan sebagai proses pembuatan lubang bulat dengan menggunakan mata bor (twist drill). Sedangkan proses bor (boring) adalah sebuah proses meluaskan/memperbesar lubang yang biasa dilakukan dengan batang bor (boring bar) yang tidak hanya dilakukan pada mesin drilling, tetapi bisa dengan mesin bubut, mesin frais, atau mesin bor, dapat dilihat pada gambar 8 di bawah ini adalah bor tangan: (Wibowo dkk, 2014).



Gambar 8. Bor Tangan.
(Sumber: Eka, 2015)

2.13 Bending (Penekukan)

Bending adalah sebuah proses pengerjaan dengan cara memberi tekanan pada bagian tertentu sehingga terjadi adanya deformasi plastis pada bagian yang diberi tekanan. Sedangkan proses bending merupakan proses penekukan atau pembengkokan menggunakan alat bending manual maupun menggunakan mesin bending. Bending ini juga dapat dilakukan untuk membentuk penekukan pada bodi. Pembengkokan pada sisi tepi dapat dilakukan dengan beberapa variasi pembengkokan membentuk sudut 90° atau dapat juga dilakukan penekukan dengan bentuk silinder di sepanjang sisi pelat. Proses pembengkokan ini hanya dapat dilakukan pada penekukan dalam bentuk lurus. Penekukan bentuk sisi melengkung tidak dapat dilakukan dengan proses ini, sebab sepatu atau dies penekuk mempunyai bentuk lurus saja, ada beberapa proses bending yaitu:

1. *Angel Bending*

Angel bending merupakan pembentukan plat atau besi dengan menekuk bagian tertentu plat untuk mendapatkan hasil tekukan yang diinginkan. Selain menekuk, dengan pengerjaan ini juga dapat memotong plat yang disisipkan dan juga dapat membuat lengkungan dengan sudut sampai kurang lebih pada lembaran logam. Contoh hasil pengerjaan seperti potongan plat, plat bentuk L, V dan U.

2. *Press Brake Bending*

Press brake bending merupakan suatu pekerjaan bending yang menggunakan penekan dan sebuah cetakan. Proses ini membentuk plat yang diletakan di atas cetakan lalu ditekan oleh penekan dari atas sehingga mendapatkan hasil tekukan yang serupa dengan cetakan. Umumnya cetakan berbentuk U, W dan ada juga yang mempunyai bentuk tertentu.

3. *Draw Bending*

Draw bending yaitu pekerjaan mencetak plat dengan menggunakan roll penekan dan cetakan. Roll yang berputar menekan plat dan mendorong ke arah cetakan. Pembentukan dengan draw bending ini sangat cepat dan menghasilkan hasil banyak, tetapi kelemahannya

adalah pada benda yang terjadi springback yang terlalu besar sehingga hasil menjadi kurang maksimal.

4. *Roll Bending*

Roll bending yaitu bending yang biasanya digunakan untuk membentuk silinder, atau bentuk-bentuk lengkung lingkaran dari plat logam yang disisipkan pada suatu roll yang berputar.roll tersebut mendorong dan membentuk plat yang berputar secara terus menerus hingga terbentuklah silinder.

5. *Roll Forming*

Dalam roll pembentukan, bahan memiliki panjang dan masing-masing dibengkokkan secara individual oleh roll. Untuk menekuk bahan yang panjang, menggunakan sepasang roll berjalan. Dalam proses ini juga dikenal sebagai forming dengan membentuk kontur-kontur melalui pekerjaan dingin dalam membentuk logam. Logam dibengkokkan secara bertahap dengan melewati melalui serangkaian roll. Bahan roll umumnya terbuat dari besi baja karbon atau abu-abu dan dilapisi krom untuk ketahanan aus (Tio, 2020).

2.14 Mur dan Baut

Baut atau mur adalah suatu batang atau tabung dengan alur heliks pada permukaannya. Penggunaan utamanya adalah sebagai pengikat (fastener) untuk menahan dua objek bersama, dan sebagai pesawat sederhana untuk mengubah torsi (torque) menjadi gaya linear. Baut juga didefinisikan sebagai bidang miring yang membungkus suatu batang. Mur adalah sebuah alat mekanik yang berbahan dasar logam dan baja lunak, pada umumnya mur memiliki bentuk segi enam, tetapi untuk pemakaian khusus dapat dipakai mur dengan bentuk bermacam-macam, dapat dilihat pada gambar 9 di bawah ini adalah mur dan baut.



Gambar 9. Mur dan Baut.
(Sumber: Jafar, 2018)

Fungsi utama baut adalah menggabungkan beberapa benda kerja sehingga bergabung menjadi satu bagian yang memiliki sifat tidak permanen. Maka dari itu komponen yang menggunakan sambungan ini dapat dengan mudah dibongkar dan dipasang kembali tanpa merusak benda yang disambung. Jadi baut dan mur saling berkesinambungan, karena mur membantu baut untuk menggabungkan dua buah benda kerja menjadi satu.

Cara kerja baut seperti pesawat sederhana untuk mengubah torsi menjadi gaya linear. Sebagian besar baut dipererat dengan memutarinya searah jarum jam, yang disebut ulir kanan. Baut dengan ulir kiri digunakan pada kasus tertentu, misalnya pada saat baut akan menjadi pelaku torsi berlawanan arah jarum jam. Mur digunakan untuk mempererat baut pasangan ulir luar yang umumnya sudah dinormalisasikan (Faizar, 2020).

2.15 Proses Pengecatan

Salah satu proses *finishing* yang terpopuler di kalangan masyarakat pada saat ini adalah proses pengecatan (painting). Proses ini mudah dilakukan dan tidak memerlukan biaya yang mahal namun menghasilkan sebuah produk yang berkualitas dan memiliki penampilan yang indah. Disamping bertujuan untuk melindungi barang dari proses korosi, pengecatan juga bertujuan untuk menambah keindahan penampilan. Namun ada hal yang perlu di perhatikan

kembali dalam proses pengecatan yaitu seperti permukaan yang tidak rata. Untuk permukaan awal benda yang akan dilakukan pengecatan terdapat cacat maka dilakukan perataan permukaan dengan menambahkan dempul maupun dilakukan proses perataan permukaan dengan gerinda ataupun amplas, selanjutnya dilakukan proses pengecatan.

Banyak metode dalam proses pengecatan contohnya jika menggunakan metode *spray gun* metode ini banyak digunakan, karena disamping murah juga menghasilkan kualitas lapisan cat yang cukup bagus. Pengecatan dengan metode ini dilakukan dengan cara mengabutkan bahan cat dan bahan pelarut yang sebelumnya di campur dengan tekanan udara. Menggunakan metode ini memiliki beberapa keuntungan yaitu biaya murah, alat sederhana dan kualitas bagus. Menggunakan metode ini juga memiliki kelemahan yaitu pada posisi sudut, karena akan mengalami turbolensi yang berlebihan akibat tekanan udara (Riswan, 2018).

2.16 Pengertian Perancangan

Perancangan adalah menggambar, merencanakan dan membuat sketsa atau mencakup beberapa unit yang lengkap, dapat dioperasikan, dan digunakan untuk menunjukkan urutan. Perancangan juga mempunyai arti sebagai upaya mengumpulkan, memperoleh, dan menghasilkan barang baru dengan membuat keputusan - keputusan penting sehingga mengarah pada hasil yang diinginkan. Perancangan diklasifikasikan menjadi beberapa bagian yaitu, perancangan adaptif, perancangan pengembangan, perancangan baru (Nurdin, at al, 2020).

III.METODE TUGAS AKHIR

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Adapun tempat pelaksanaan penelitian pengujian untuk alat pemupuk jagung dimulai pada bulan september 2022 sampai dengan bulan oktober 2022 Penelitian ini dilakukan di beberapa tempat yaitu sebagai berikut :

- a. Mempersiapkan alat dan bahan digunakan untuk penelitian, proses perakitan komponen-komponen alat pemupuk jagung yang akan dilakukan di Labuhan ratu, Bandar Lampung;
- b. Proses pengambilan data pegujian alat pemupuk jagung ini dilakukan di Labuhan ratu, Bandar Lampung.

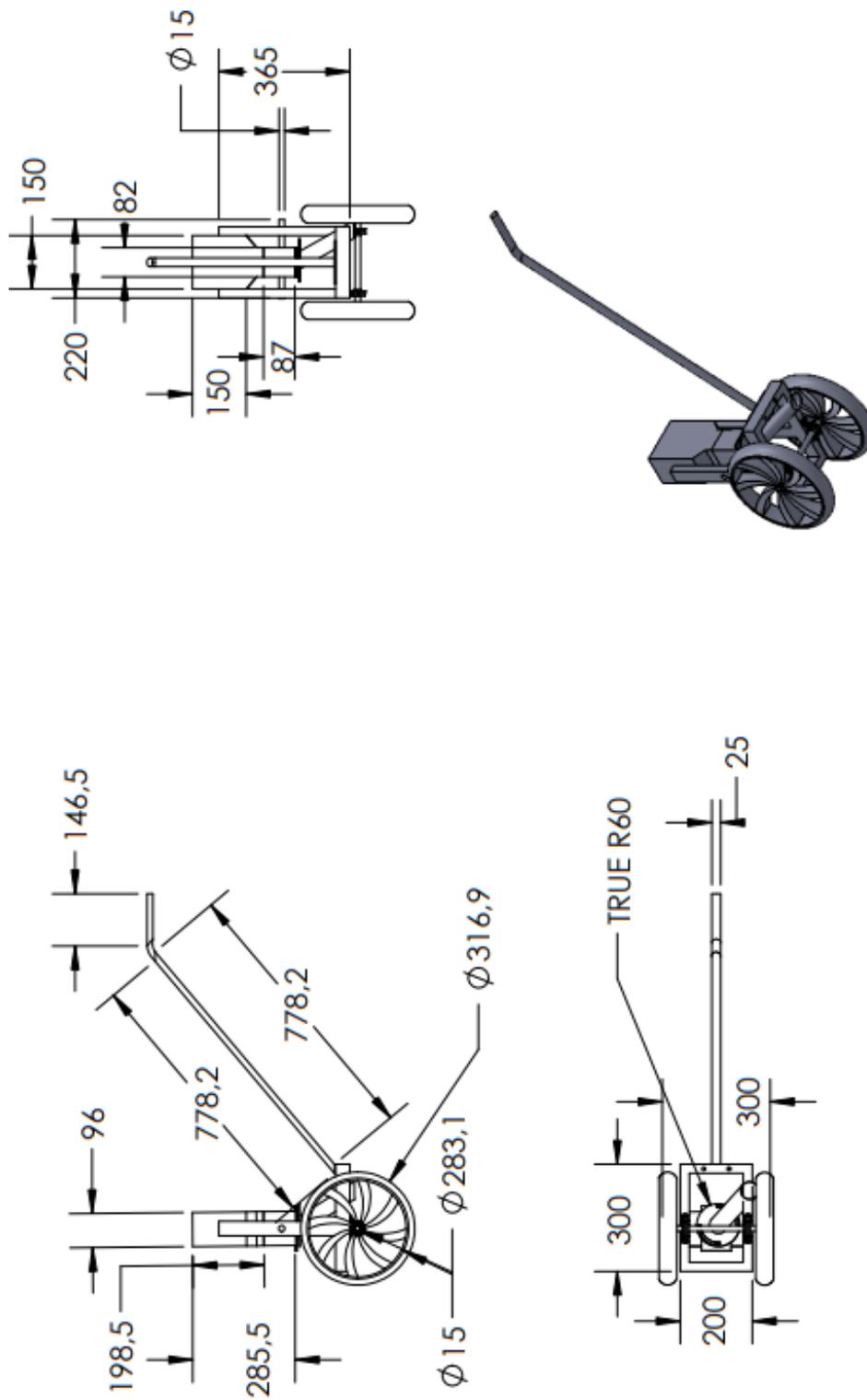
3.2 Konsep Rancangan

1. Kriteria Desain

Alat pemupuk jagung ini berfungsi untuk memudahkan petani saat proses pemupukan jagung sehingga proses pemupukan akan lebih efisien

2. Rancangan

Alat pemupuk jagung ini didesain dengan bahan-bahan yang cukup sederhana. Pada alat pemupuk jagung ini penulis membuat sebagai tugas akhir ini di desain pada seluruh setiap bagian alat dan komponen-komponennya hal ini dapat dilihat pada gambar 10 berikut.



Gambar 10. Konsep rancangan

3.3 Perancangan

1. Identifikasi Kebutuhan

Sesuai dengan alur proses perencanaan maka rancangan dimulai dengan mengidentifikasi kebutuhan yang diperlukan proses pembuatan alat pemupuk jagung ini yang lebih efektif dan efisien sebagai alat bantu dalam penebaran pupuk jagung

2. Pengumpulan Informasi

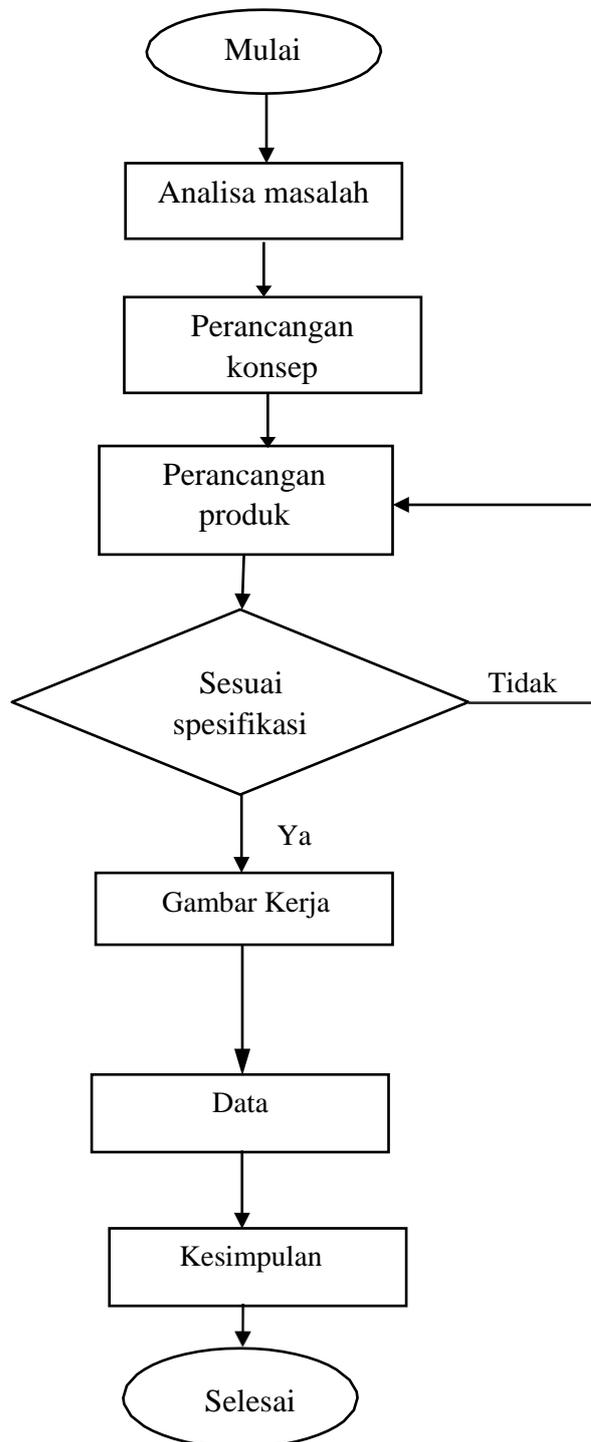
Proses pengumpulan informasi dengan cara melihat kebutuhan pemupuk jagung serta mengenai alat yang sudah ada melalui alat dan jenisnya.

3. Kajian Pustaka, Pengkonsepan Rencana, dan Persiapan Bahan

Dalam hal ini dilakukan penelaahan pustaka yang akan digunakan dalam pengkonsepan rencana alat pemupuk jagung ini kemudian melakukan persiapan-persiapan alat dan bahan untuk proses pembuatan alat pemupuk jagung.

3.4 Perancangan Alat Pemupuk Jagung

Perancangan merupakan sebuah proses awal dalam merealisasikan suatu produk yang akan dibutuhkan oleh masyarakat sebagai sarana mempermudah dalam pekerjaan. Proses perancangan meliputi dari serangkaian kegiatan yang berurutan dan disesuaikan dengan kebutuhan. Alat pemupuk jagung ini sebagai alternatif alat bantu untuk melakukan pemupukan jagung secara mudah dan dapat meminimalkan waktu pemupukan. Secara garis besar langkah langkah yang akan dilakukan didalam perancangan alat pemupuk jagung ini menggunakan besi hollow 40x20 mm dan bisa di jalankan dengan cara didorong kedepan dan kebelakang serta dapat berbelok dan penebaran pupuk yang dilakukan secara tepat. Pada umumnya proses ini digambarkan didalam diagram alir pada gambar dibawah ini:



Gambar 10. Langkah-langkah dalam perancangan alat pemupuk jagung.

3.5 Fungsi Alat Pemupuk Jagung

Pada proses pengujian fungsi alat ini dengan tujuan untuk memudahkan para petani pada saat proses pemupukan jagung, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui dari suatu kinerja alat yang dibuat sehingga alat ini dapat berfungsi dengan baik pada saat alat pemupuk jagung ini dioperasikan kita dapat melihat fungsi alat tersebut. Begitu juga dengan alat dioperasikan, kita dapat melihat fungsi dari alat pemupuk ini berfungsi atau tidak dan jatuh pupuk ini tepat di tanaman dengan baik atau tidaknya. Dapat dilihat pupuk jagung jatuh ketanah sesuai kebutuhan dan tepat pada tanaman saat alat diuji fungsinya.

3.6 Spesifikasi dan persyaratan permintaan alat pemupuk jagung

Pada saat ini terdapat banyak cara untuk melakukan pemupukan jagung di lahan pertanian, tetapi alat pemupuk jagung ini jarang digunakan. Dengan berdasarkan dari penjelasan yang terkait dapat memberikan gambaran yang mengenai kebutuhan alat pemupuk jagung ini, gambaran mengenai spesifikasi tersebut dapat dikategorikan menjadi 2 yaitu:

1. Keharusan/D (Demands) merupakan syarat mutlak yang harus dimiliki alat pemupuk jagung ini sebagai sarana pemecah masalah yang ada didalam pertanian.
2. Keinginan/W (Wishes) merupakan syarat yang masih dapat dipertimbangkan keberadaanya sebagai nilai tambah yang terdapat pada alat tersebut, dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Spesifikasi dan persyaratan permintaan alat pemupuk jagung.

No	D/W	Persyaratan Spesifikasi
1		Mudah untuk penebaran pupuk jagung
2		Mudah saat pengoperasiannya
3		Materialnya mudah didapatkan
4		Mudah dibawa kelahan pertanian
5		Perawatan alat tidak rumit

3.7 Morfologi Alat Pemupuk Jagung

Analisis morfologi ialah merupakan suatu pendekatan yang sistematis dan terstruktur untuk dapat mencari alternative dalam pemecahan masalah untuk selanjutnya dilakukan pengembangan produk serta pemahaman karakteristik alat dan penguasaan karakteristik alat sangat dibutuhkan dalam penyelesaian masalah, selanjutnya dengan materi dasar inilah yang akan dikembangkan sebagai acuan terhadap memilih komponen alat yang ekonomis, sesuai perhitungan teknis dan memiliki tampilan yang menarik, berdasarkan dari data yang diatas maka akan mendapatkan gambaran suatu komponen yang akan membentuk alat pemupuk jagung yang sedang dirancang, dengan demikian akan didapat susunan suatu kombinasi tersebut ditampilkan pada matriks morfologi didapatkan 3 konsep rancangan.

Tabel 2. Matriks morfologi alat pemupuk jagung.

No	Fungsi bagian	Desain alternative		
		A	B	C
1				
2				
3				

3.8 Penilaian Kombinasi

Dari beberapa pilihan diatas akan diseleksi dengan berdasarkan dari berbagai kriteria yang digunakan :

1. Memenuhi fungsi keseluruhan
2. Masih dalam biaya yang diizinkan
3. Secara prinsip dapat di wujudkan
4. Keamanan terjamin
5. Dapat memenuhi yang disyaratkan
6. Informasi memadai
7. Lebih disukai perancang

Dengan beberapa pilihan-pilihan yang ada diatas maka akan dapat disusun

Tabel 3. Penilaian kombinasi.

No	Formulir penentuan pilihan	Desain A	Desain B	Desain C
1	Memenuhi fungsi keseluruhan			
2	Dapat memenuhi yang disyaratkan			
3	Masih dalam biaya yang diijinkan			
4	keamanan terjamin			
5	informasi mamadai			
6	Lebih disukai perancang			
7	Secara perinsip dapat diwujudkan			

Kriteria pemilihan

(+) Ya

(-) Tidak

(?) Kekurangan informasi

3.9 Perancangan bentuk (Embodiment Design)

Untuk prinsip kerjanya sendiri alat pemupuk jagung ini ialah dengan cara didorong untuk menempuh jaraknya sedangkan untuk menjatuhkan pupuknya sendiri pertama pupuk ditampung di hopper (tempat penampung pupuk) selanjutnya dengan adanya gaya gravitasi pupuk jatuh menuju rotor agar jatuhnya pupuk sesuai jarak tanaman, putaran rotor disalurkan oleh kedua gear yang terhubung oleh rantai yang tersambung oleh as roda, kemudian pupuk keluar melalui pipa corong pembuangan, maka akan jatuh pupuk yang sesuai dengan rumah rotor

3.10 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam proses perancangan termasuk pengujian pada alat pemupuk jagung sebagai berikut:

1. Alat

Adapun alat yang digunakan pada proses pengerjaan alat pemupuk jagung sebagai berikut:

i. Gerinda Tangan

Gerinda digunakan untuk melakukan pengerjaan pemotongan material, meratakan atau menghaluskan sisi tajam pada ujung dari material yang di potong dan membersihkan hasil pengelasan, alat yang digunakan dengan merk Mailtank daya listrik 600 wat 220v-50hz, dapat dilihat pada gambar 12 berikut ini.



Gambar 11. Gerinda tangan.

ii. Mesin Bor

Mesin bor digunakan untuk melubangi material, alat yang digunakan dengan merk kova MT 4500 volt 220-230 v, dapat dilihat pada gambar 13 berikut ini.



Gambar 12. Mesin Bor.

iii. Mesin Las

Mesin las yang digunakan sebagai proses menyambung besi hollow dan plat serta part lainnya dengan cara permanen untuk membuat alat pemupuk jagung ini mengikuti desain yang telah ditentukan. Pada dasarnya pengelasan ialah proses penyambungan dua buah logam dengan cara mencairkan logam utama dan filer menjadi satu, mesin yang digunakan dengan merk Rhino 200A 1.500watt, dapat dilihat pada gambar 14 berikut ini.



Gambar 13. Mesin Las.

iv. Meteran

Meteran digunakan untuk mengukur material kemudian dilakukan proses pemotongan, dapat dilihat pada gambar 15 berikut ini.



Gambar 14. Meteran.

v. Mistar Siku

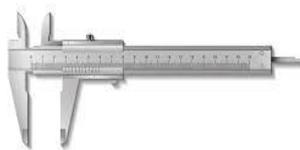
Mistar siku digunakan untuk menggaris material agar lurus supaya tidak terjadi salah potongan, contohnya pada pembuatan rangka dan lain-lain, dapat dilihat pada gambar 16 berikut ini.



Gambar 15. Mistar Siku.

vi. Jangka Sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur diameter dalam dan diameter luar serta ukuran yang memerlukan ketelitian, dapat dilihat pada gambar 17 berikut ini.



Gambar 16. Jangka Sorong.

vii. Jangka

Jangka digunakan untuk membuat pola lingkaran pada besi plat contohnya pembuatan rotor, dapat dilihat pada gambar 18 berikut ini.



Gambar 17. Jangka.

viii. Mistar Baja

Mistar baja ialah alat ukur dasar yang tidak memiliki tingkat akurasi yang tinggi contoh untuk mengukur panjang dan lebar, dapat dilihat pada gambar 19 berikut ini.



Gambar 18. Mistar Baja.

ix. Kunci Ring

Kunci ring digunakan untuk mengencangkan dan mengendurkan baut atau mur dengan posisi yang berbeda, dapat dilihat gambar 20 berikut ini.



Gambar 19. Kunci Ring.

x. Baut dan Mur

Baut dan mur berfungsi untuk menyambungkan dua benda atau lebih, dapat dilihat pada gambar 21 berikut ini.



Gambar 20. Baut dan Mur.

2. Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada perancangan alat pemupuk jagung adalah sebagai mana pada table 4 berikut.

Tabel 4. Bahan dan Material Alat Pemupuk Jagung.

No	Bahan	Spek/tipe	Jumlah	Keterangan
1	Besi plat	1x1m	1	Pemotongan
2	Elektroda	NK-68 ϕ 2.0x300mm	1	Beli jadi
3	Mata bor	-	2	Beli jadi
4	Mata gerinda potong	ENKA 105x1.2x16mm	7	Beli jadi
5	Baut	M10, m12, m19	10	Beli jadi
6	Besi pipa	100mm	1	Pemotongan
7	Roda	14 inchi	2	Beli jadi
8	Bearing Pillow blok ucfl	201-12mm	2	Beli jadi
9	Bearing Pillow blok ucp	201-12 mm	2	Beli jadi
10	As drat (Studbolt)	P 100mm d 12mm	1	Beli jadi
11	Gear depan motor	14	2	Beli jadi
12	Rantai motor	420-105	1	Beli jadi
13	Besi hollow	120cm	1	Beli jadi

3.11 Prosedur Pembuatan

Langkah-langkah pembuatan alat pemupuk jagung ini adalah sebagai berikut:

1. Tahap desain gambar

Tahap pertama yang dilakukan pada pembuatan alat pemupuk jagung ini ialah membuat desain gambar alat pemupuk jagung dimana bertujuan untuk mempermudah pada saat proses pembuatan alat sesuai gambar.

2. Tahap pembuatan

Tahap kedua ini jika tahap mendesain sudah selesai maka selanjutnya ke tahap pembuatan alat pemupuk jagung ini, berikut tahap pembuatannya :

- a. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan;
- b. Melakukan pengukuran dan pemotongan bahan yang diperlukan;
- c. Melakukan penyambungan dengan pengelasan;
- d. Melakukan pelubangan dengan proses pengeboran;
- e. Melakukan tahap perapian / finishing pada benda yang masih tajam dan sisa sisa pengelasan yang tidak berguna.

3. Tahap perakitan

Pada tahap ketiga ini yaitu tahap perakitan terhadap bagian bagian alat yang dibuat menjadi satu. Berikut ini langkah kerja pada perakitannya :

a. Pemasangan kerangka alat

Kerangka alat pemupuk jagung ini berfungsi sebagai topangan atau tempat utama penggabungan komponen lainnya seperti roda, hopper /tempat penyimpanan pupuk, rotor, corong, handle pemegangan ,dll. Kerangka pada alat pemupuk jagung ini menggunakan bahan besi hollow dengan ukuran 30x20;

b. Pemasangan bearing pillow blok ucf dan ucp

Pemasangan bearing agar poros as roda dan poros as rotor dapat berputar secara sempurna untuk pemasangan bearing setiap poros dipasang 2 buah;

c. Pemasangan as roda dan roda

Pemasangan as roda dan roda dilakukan agar alat pemupuk jagung ini dapat berjalan dengan baik. Sebelum roda dipasang, masukkan gear 14 ke poros as. Untuk rodanya sendiri dilakukan pemasangan dua buah pada kanan dan kiri;

d. Pemasangan hooper, rotor, as rotor,

Pemasangan hopper dilakukan bersamaan dengan lubang dan baut sama bertujuan untuk memudahkan saat pemasangan dan pembukaan. Hopper berfungsi menampung pupuk yang selanjutnya dijatuhkan ke rotor kemudian turun melalui pipa keluaranya pupuk. Untuk pemasangan rotor yaitu dimasukkan kedalam hooper setelah itu sejajarkan lubang dihooper dan dirotor agar as rotor dapat masuk, kemudian putaran rotor dihasilkan oleh putaran as roda yang di salurkan menggunakan dua buah gear depan motor dengan ukuran 14 dan ranrai motor;

e. Pemasangan stang

f. Pemasangan ini dengan cara membaut stang dan kerangka;

g. Finishing;

h. Setelah semua komponen sudah terpasang perlu dilakukan pengecekan ulang dan mencoba alat apakah dapat digerakkan atau belum.

3.12 Prinsip Dasar Operasi Alat Pemupuk Jagung

Dengan tujuan untuk memudahkan proses pemupukan jagung maka alat ini dibuat. Untuk cara kerjanya sendiri alat pemupuk jagung ini ialah dengan cara didorong untuk menempuh jaraknya sedangkan untuk menjatuhkan pupuknya sendiri pertama pupuk ditampung di hopper (tempat penampung pupuk) selanjutnya dengan adanya gaya gravitasi pupuk jatuh menuju rotor pembagi kemudian pupuk akan jatuh sesuai kapasitas dari rotor selanjutnya putaran dari rotor pembagi akan menjatuhkan pupuk melalui pipa keluaran pupuk, kemudian pupuk akan terjatuh ke tanah dan sesuai dengan jarak antar tanaman jagung.

3.13 Proses Pengujian

Pada proses pengujian ini dilakukan dengan menggunakan 2 cara pengujian ini menggunakan pakan hewan ukuran 3mm dan 7mm. Pengujian yang dilakukan pertama yaitu dengan melakukan percobaan hooper terisi penuh dan dicoba berjalan setiap jarak 1meter, 3meter dan 5meter, setelah itu dilakukan penghitungan banyaknya keluar pakan dengan cara setiap pakan yang jatuh kemudian ditimbang. Kemudian pengujian yang kedua ini dilakukan percobaan untuk jalan dan hooper terisi pakan 100%, 50% dan 25%, setiap percobaan diuji dengan jarak 1meter dan menghitung banyaknya keluar pakan dengan cara pada saat pakan jatuh kemudian di timbang. Berikut langkah langkah dilakukan pengujiannya dari kedua cara sebagai berikut ini:

1. Pengujian pertama mengukur jatuhnya pakan setiap jarak 1meter, 3 meter dan 5meter saat hooper terisi penuh.
 - a. Memasukkan pakan kedalam hooper;
 - b. Melakukan pengujian setiap jarak 1meter, 3meter dan 5meter dengan pakan hewan ukuan 3mm dan 7mm;
 - c. Mencatat dan menimbang hasil yang diperoleh pada saat pengujian.
2. Pengujian kedua mengukur jatuhnya pakan pada saat hooper terisi pakan 100%, 50% dan 25%.
 - a. Memasukkan pakan kedalam hooper;
 - b. Melakukan pengujian pada saat hooper terisi pakan hewan ukuran 3mm dan 7mm, kapasitas 100%, 50% dan 25% di uji dengan setiap jarak 1meter;
 - c. Mencatat dan menimbang hasil yang diperoleh pada saat pengujian.

3.14 Data yang Diambil

Data yang akan diambil pada pengujian alat pemupuk jagung ini ialah sebagai berikut ini:

1. Pengujian pertama mengukur jatuhnya pakan setiap jarak 1meter, 3 meter dan 5 meter saat hooper terisi penuh dapat dilihat pada tabel 5 berikut ini;

Tabel 5. Pengujian Pertama.

Pengujian	Media	Jarak		
		1m	3m	5m
1	Pakan 3mm			
2	Pakan 7mm			

2. Pengujian kedua mengukur jatuhnya pakan pada saat hooper terisi pakan 100%, 50% dan 25% dapat dilihat pada tabel 6 berikut ini;

Tabel 6. Pengujian Kedua.

Pengujian	Media	Kapasitas		
		100%	50%	25%
1	Pakan 3mm			
2	Pakan 7mm			

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan perancangan yang dilakukan terhadap alat pemupuk jagung ini maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pembuatan alat pemupuk jagung ini dengan memakai bahan-bahan yang mudah didapatkan seperti besi hollow, plat, pipa, untuk roda menggunakan roda sepeda bekas dengan ukuran 14 inch, kemudian untuk medesain alat pemupuk jagung menggunakan software solidwork 2013.
2. Dalam pengujian mengukur jatuhnya pakan setiap jarak 1meter, 3meter dan 5meter saat hooper terisi penuh, dan mengukur jatuhnya pakan pada saat hooper terisi pakan 100%, 50% dan 25%. Dari pengujian tersebut terdapat hasil ukuran pakan yang keluar tidak lancar dikarenakan corong pembuangan yang kurang dibengkokkan dan rotor yang tidak presisi sehingga pakan dapat keluar dari celah rotor.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pembuatan alat yang telah dilakukan, beberapa saran yang saya dapat diberikan penulis sebagai berikut :

1. Melakukan penambahan modifikasi dibagian corong pembuangan agar lebih bebas pada saat pakan turun;
2. Membuat penambahan valve pada ujung corong dan penambahan tuas valve pada stang;
3. Menambahkan penutup pada rotor supaya saat pakan turun ke rotor, pakan tidak keluar dari celah lubang as rotor dan rumah rotor.
4. Melakukan proses pemupukan diusahakan pupuk tidak jatuh tepat disamping bibit tanaman jagung, karena jika jatuh tepat disamping tanaman jagung, jagung akan layu atau tidak tumbuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, 2022. *Pengelasan*, [online], [<https://www.pengelasan.net/mesin-gerinda/>], diakses pada 25 Agustus pukul 12:30]
- Acmadi. 2022. *Macam Cacat Las dan Penyebabnya serta Cara Mengatasi*, [online], [<https://www.pengelasan.net/cacat-las/>], diakses pada 23 januari 2023 pukul 02:30]
- Agustiawan. 2018. *Rancang Bangun Alat Pemupuk Jagung Tipe Dorong* *Designing A Corn Fertilizer Tool Type Push*, [online], [<http://eprints.unm.ac.id/17624/1/Rancang%20Bangun%20Alat%20Pemupuk%20Jagung%20Tipe%20Dorong.pdf>], diakses pada 23 januari 2023 pukul 15:00]
- Delly, 2019. *Alat Tanam Jagung, Solusi Mudah dan Praktis Bertanam Jagung*, [online], [<http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/89477/Alat-Tanam-Jagung--Solusi-Mudah-dan-Praktis-Bertanam-Jagung-Hibrida/>], diakses pada 23 januari 2023 pukul 10:00]
- Dewi. 2020. *Kapasitas Petani Pada Usaha tani Jagung (Zea Mays) Di Kecamatan Sukadana Kabupaten Ciamis*, [online], [<https://stp-mataram.e-journal.id/JIP/article/download/66/58/>], diakses pada 20 Januari 2023 pukul 10:15]
- Dwi, dkk. 2021. *Penerapan Teknologi Alat Penanam Benih Jagung Tipe Row Seeder Di Kelompok Tani Suka Maju Untuk Mendukung Ketahanan Pangan Wilayah Perbatasan Kalimantan Utara*, [online], [<https://media.neliti.com/media/publications/533725-none-48e88d32.pdf>], diakses pada 23 januari 2023 pukul 15:00]
- Eka, 2015. *Rancang Bangun Mesin Bor Pahat Kayu Portable*, [online], [<https://docplayer.info/69937143-Rancang-bangun-mesin-bor-pahat-kayu-portable.html>], diakses pada tanggal 09 September 2022 pada pukul 20:00]
- Epin. 2020. *Asal – Usul Tanaman Jagung*. [online], [<https://paktanidigital.com/artikel/asal-usul-tanaman-jagung-yang-perlu-kalian-ketahui/#.Y8Q9snZBzIU>], diakses pada 15 januari 2023 pukul 22: 15]
- Faizar, 2020. *Pengertian dan Prinsip Kerja Baut Mur*, [online], [<https://www.infoteknikindustri.com/2020/04/pengertian-dan-prinsip-kerja-baut-mur.html>], diakses pada tanggal 15 November 2022 pukul 10:50]

- Jafar, 2018. *Pengertian dan Jenis Baut*, [online], [<https://siddix.blogspot.com/2018/07/pengertian-dan-jenis-baut-dan-mur-bolt.html>], diakses pada tanggal 10 November 2022 pukul 15:10]
- Neni. 2016. *Asal, Sejarah, Evolusi, dan Taksonomi Tanaman Jagung*, [online], [<http://balitsereal.litbang.pertanian.go.id/wp-content/uploads/2016/11/tiga.pdf>], diakses pada 11 agustus 2022 pukul 09:15]
- Nugroho, 2018. *Pengaruh Variasi Kuat Arus Pengelasan*, [online], [<https://media.neliti.com/media/publications/256395-pengaruh-variasi-kuat-arus-pengelasan-te-3baae669.pdf>], diakses pada 21 agustus 2022 pukul 16:30]
- Nugroho, A., dan Setiawan, E. 2018. *Pengaruh Variasi Kuat Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Sambungan Las Plate Carbon Steel Astm 36*. Jurnal Teknik Industri Universitas Putera Batam, Pradya Paramita. Vol 3 (2)
- Nursahid. 2016. *Teknik Las Komponen dan Prosedur*, [online], [<https://www.cnzahid.com/2016/06/teknik-las-smaw-komponen-dan-prosedur.html>], diakses pada tanggal 14 November 2022 pukul 10:30]
- Nurdin, H., Ambiyar, Waskito. 2020. *Perancangan Elemen Mesin Elemen Sambungan dan Penumpu*. UNP Press, Padang.
- Parjo, 2022. *Mengenal Macam-Macam dan Jenis-Jenis Traktor*, [online], [<https://www.kitapunya.net/mengenal-macam-macam-dan-jenis-jenis-traktor>], diakses pada 23 januari 2023 pukul 10:30]
- Rasyid, 2020. *Gerinda digunakan untuk Mengasah*, [online], [<https://www.samrasyid.com/2020/04/gerinda-digunakan-untuk-mengasah.html>], diakses pada 26 agustus 2020 pukul 12:30]
- Santoso, dkk, 2016. *Pengaruh Kuat Arus Listrik Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Las Smaw Dengan Elektroda E7016*. Jurnal Teknik Mesin. Vol 23(1)
- Saputra, H., Syarief, A., dan Maulana, Y. 2014. *Analisis Pengaruh Media Pendingin Terhadap Kekuatan Tarik Baja St37 Pasca Pengelasan Menggunakan Las Listrik*. Teknik Mesin Unlam. Vol. 03 (2): 91-98
- Tio, 2020. *Pembuatan Alat Perlakuan Panas untuk Meningkatkan Kekerasan Permukaan Sprocket*, [online], [<http://eprints.itenas.ac.id/1183/>], diakses pada 26 agustus 2022 pukul 10:20]
- Tiore, dkk. 2021. *Pupuk dan Teknologi Pemupukan*, [online], [<http://repository.poliupg.ac.id/1889http://jurnal.polbangtanyoma.ac.id/index.php/jiip/article/download/193/169/1/FullBook%20Pupuk%20dan%20Teknologi%20Pemupukan.pdf>], diakses pada 12 agustus 2022 pukul 11:25]
- Warisno. 2007. *Jagung Hibrida*. Yogyakarta : Kanisius