

TUGAS AKHIR

IMPLEMENTASI METODE FMEA UNTUK IDENTIFIKASI BAHAYA PADA PEMBUATAN MESIN PENCACAH RUMPUT KAPASITAS 200 KG/PROSES

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

Halimuddin
1907230145



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Halimuddin
NPM : 1907230145
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Implementasi Metode Fmea Untuk
Identifikasi Bahaya Pada Pembuatan Mesin
Pencacah Rumput Kapasitas 200 Kg/Proses
Bidang Ilmu : Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, September 2023

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji - I

Assoc Prof. Ir. H. Arfis Amiruddin., M.Si.

Dosen Penguji - II

Ahmad Marabdi Siregar, ST., MT.

Dosen Penguji - III

Rahmatullah, ST., M.Sc

Program Studi Teknik Mesin
Ketua

Chandra A. Siregar, ST., MT.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Halimuddin
Tempat/Tanggal Lahir : Muara Mais, 20 Maret 2000
NPM : 1907230145
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Implementasi Metode FMEA Untuk Identifikasi Bahaya Pada Pembuatan Mesin Pencacah Rumput Kapasitas 200 Kg/Proses”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 23 September 2023

Saya yang menyatakan



Halimuddin

ABSTRAK

Penduduk di daerah Kecamatan Biru-Biru dan kecamatan di sekitarnya pada kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara sebagian adalah memelihara berbagai ternak. Salah satu ternak yang dipelihara adalah sapi pedaging. Sebagian Peternak di beberapa daerah dalam mencacah rumput masih menggunakan sabit, parang dan lain-lain sehingga apabila rumput dalam jumlah yang cukup banyak maka dibutuhkan waktu dan tenaga yang lebih banyak. Peternak membutuhkan alat bantu agar dalam proses mencacah atau merajang rumput dapat menghemat waktu dan tenaga yang dikeluarkan, sehingga dalam merajang atau mencacah diperlukan waktu yang singkat. Sebuah alat pencacah rumput sangat dibutuhkan oleh peternak. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan pembuatan mesin pencacah rumput pakan ternak dengan rangka yang kuat dan kapasitas 200 kg/jam sesuai dengan keinginan masyarakat. Pada saat pembuatan mesin pencacah rumput tersebut perlu diidentifikasi keselamatan dan kesehatan kerja pada proses dan peralatan yang digunakan. Identifikasi selanjutnya adalah pada potensi bahaya, risiko yang mungkin terjadi, antisipasinya dan menganalisa untuk antisipasinya dengan mengimplementasikan metode FMEA. Metode FMEA adalah salah satu metode yang umum digunakan untuk identifikasi bahaya, risiko dan antisipasinya.

Kata kunci: identifikasi bahaya, risiko, metode FMEA

ABSTRACT

Most of the residents in the Biru-Biru sub-district and the surrounding sub-districts in the Deli Serdang district, North Sumatra, partly raise various types of livestock. One of the livestock kept is beef cattle. Some breeders in some areas still use sickles, machetes and other things to chop grass, so if there is a large amount of grass, more time and effort is needed. Breeders need tools so that the process of chopping or chopping grass can save time and effort, so chopping or chopping takes a short time. A grass chopper is needed by breeders. Based on this, a fodder grass chopper machine with a strong frame and a capacity of 200 kg/hour was made according to the wishes of the community. At the time of making the grass chopper, it is necessary to identify occupational safety and health in the process and equipment used. The next identification is on potential hazards, risks that may occur, anticipation and analysis for anticipation by implementing the FMEA method. The FMEA method is one of the commonly used methods for hazard identification, risk and anticipation.

Keywords: hazard identification, risk, FMEA method

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini berjudul ***“Implementasi Metode FMEA Untuk Identifikasi Bahaya Pada Pembuatan Mesin Pencacah Rumput Kapasitas 200 Kg/Proses”*** sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan ucapan terima kasih yang tulus dan ikhlas kepada:

1. Bapak Rahmatullah, S.T., M.Sc., IPM. ASEAN Eng., selaku Dosen Pembimbing I, yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam Tugas Akhir ini.
2. Bapak Chandra A. Siregar, S.T., M.T dan Bapak Marabdi Siregar, ST., MT., selaku Ketua dan Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UMSU, yang telah banyak memberikan arahan, masukan dan koreksi kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
5. Orang tua penulis: Sakit Lubis dan Ibu Suplaini, yang telah bersusah payah membesarkan, mendidik dan membiayai studi penulis.

6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Sahabat-sahabat penulis: Chairil Anwar Simatupang, Aminul Wahyu Aritonang dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu teknik mesin.

Medan, September 2023

Halimuddin

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Rumput	5
2.1.1 Jenis Rumput	5
2.1.2 Rumput Pakan Ternak	8
2.2. Mesin Pencacah Rumput	9
2.3. Komponen Mesin Pencacah Rumput	10
2.3.1 Transmisi Daya	10
2.4. Rancangan Mesin Pencacah Rumput	17
2.4.1 Prinsip Kerja Mesin Pencacah Rumput	18
2.4.2 Kapasitas Mesin	18
2.4.3 Putaran Mesin	19
2.5. Proses Manufaktur	19
2.5.1 Peralatan Manufaktur	22
2.6. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)	27
2.6.1 Identifikasi Bahaya K3	27
2.6.2 Metode FMEA	29
2.6.3 PHA	32
2.6.4 HAZOP	33
2.6.5 What-If/Checklist	34
BAB 3 METODOLOGI	36
3.1. Tempat dan Waktu	36
3.1.1 Tempat	36
3.1.2 Waktu	36
3.2. Bahan dan Alat Penelitian	36
3.2.1 Bahan Penelitian	36
3.2.2 Alat Penelitian	37
3.3. Bagan Alir Penelitian	39

3.4	Rancangan Penelitian	40
3.5	Prosedur Penelitian	41
BAB 4	IDENTIFIKASI BAHAYA	42
4.1	Identifikasi Bahaya Pada Proses Pembuatan Mesin Pencacah Rumput	42
4.2	<i>Consequences</i>	43
4.3	<i>Exposure</i>	44
4.4	<i>Detection</i>	44
4.5	Perhitungan RPN	45
BAB 5	KESIMPULAN	46
	DAFTAR PUSTAKA	47
	LAMPIRAN	
	LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR	
	CURRICULUM VITAE	

DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar 1.1 Rumput pakan ternak	1
Gambar 2.1 Mesin pencacah rumput gajah	10
Gambar 2.2 Sistim V-Belt	12
Gambar 2.3 Pully	12
Gambar 2.4 Poros	13
Gambar 2.5 Bantalan	14
Gambar 2.6 Motor Penggerak	14
Gambar 2.7 Motor Listrik	15
Gambar 2.8 Baut dan mur	16
Gambar 2.9 Sekrup	16
Gambar 2.10 Skema Proses Pembuatan	22
Gambar 2.11 Mesin Bubut	23
Gambar 2.12 Mesin Sekrap	23
Gambar 2.13 Mesin Gergaji	24
Gambar 2.14 Mesin Bor	24
Gambar 2.15 Mesin Frais	25
Gambar 2.16 Mesin Gerinda	25
Gambar 2.17 Mesin Las	26
Gambar 2.18 Ragum	26
Gambar 3.1 Mesin Bubut	38
Gambar 3.2 Mesin las	38
Gambar 3.3 Mesin bor	38
Gambar 3.4 Mesin gerinda	39
Gambar 3.5 Ragum	39
Gambar 3.6 Tang jepit	39
Gambar 3.7 Palu	39
Gambar 3.8 Peralatan ukur	39
Gambar 3.9 Brus baja	39
Gambar 3.10 Diagram bagan alir penelitian	40
Gambar 3.11 Rancangan pembuatan mesin pen	41

- Gambar 4.1 Pencacahan rumput untuk pakan ternak
- Gambar 4.2 Hubungan antara hazard, defences dan Losses
- Gambar 4.3 Pekerjaan pada pembuatan mesin pencacah rumput

DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 4.1	JSA proses manufaktur pembuatan mesin pencacah rumput	44
Tabel 4.2	Proses dan alat yang digunakan pada pembuatan mesin pencacah rumput Kapasitas 200 kg/proses dan potensi bahaya	46
Tabel 4.3	Frekuensi Kecelakaan Kerja Pembuatan Mesin Pencacah rumput	47
Tabel 4.4	Nilai Consequences pada proses Pembuatan Mesin Pencacah rumput	47
Tabel 4.5	penentuan nilai tingkat deteksi (Likelihood) pada Pembuatan Mesin Pencacah rumput	48
Tabel 4.6	Perhitungan Nilai RPN	49

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peternak sapi, kerbau, kambing dan lain-lain setiap hari harus menyediakan rumput (Gambar 1.1) dan lain-lain dalam jumlah yang cukup banyak untuk dirajang sebagai bahan pakan ternak. Sebagian Peternak di beberapa daerah dalam mencacah rumput masih menggunakan sabit, parang dan lain-lain. Apabila rumput dalam jumlah yang cukup banyak maka dibutuhkan waktu dan tenaga yang lebih banyak. Peternak membutuhkan alat bantu agar dalam proses mencacah atau merajang rumput dapat menghemat waktu dan tenaga, sehingga dalam merajang atau mencacah diperlukan waktu yang singkat. Sebuah alat pencacah rumput sangat dibutuhkan oleh peternak. Secara umum mesin pencacah rumput terdiri dari motor yang berfungsi sebagai penggerak, sistem transmisi, casing, poros rangka, dan pisau perajang. Hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan Mesin Pencacah Rumput ini adalah bagaimana membuat mesin dengan rangka yang kuat, pisaunya tajam sampai beberapa kali pemotongan, ergonomis, harganya terjangkau dan komponen dan juga produk mesin mudah didapat di pasaran. Mesin atau alat pencacah pakan ternak tersebut harus berfungsi secara maksimal sesuai fungsi dan kebutuhannya merupakan hal yang paling utama.



Gaambar 1.1 Rumput pakan ternak

Pencarian secara alami atau budi daya rumput pakan ternak, pemotongannya, transportnya, pencacahannya, pengadukannya dengan bahan tambahan lainnya untuk pakan ternak terdapat potensi bahaya dan risiko. Seberapa besar dan banyak bahaya dan risiko yang berpotensi timbul pada

setiap kegiatan tidaklah sama. Pada setiap kegiatan yang akan dilakukan khususnya pada kegiatan seputar pencarian rumput pakan ternak dan pengolahannya sebaiknya diidentifikasi dahulu bahaya dan risiko apa saja yang mungkin terjadi dan mungkin saja dengan level yang berbeda. Pada pembahasan ini difokuskan pada mengidentifikasi bahaya dan risiko apa saja yang mungkin terjadi pada pencarian rumput, pemanenan rumput dan pada pembuatan dan pengoperasian mesin pencacah rumput. Mengidentifikasi bahaya dan risiko pada pengoperasian mesin yang akan membuat part dan komponen mesin pencacah rumput. Tempat, prosedur dan proses kerja yang aman sesuai dengan kaidah keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada pembuatan mesin pencacah rumput akan menjadi focus pembahasan pada topic ini.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka permasalahan yang didapat adalah:

- 1) Bagaimana proses pencacahan rumput yang aman (*safety*) menurut kaidah K3 pada mesin pencacah tersebut?
- 2) Bagaimana membuat bentuk pisau perajang yang *safety* dan mampu mencacah dengan baik?
- 3) Bagaimana membuat sistem transmisi yang aman untuk digunakan pada mesin pencacah rumput tersebut?
- 4) Bagaimana sistem keselamatan dan kesehatan kerja pada pembuatan dan pengoperasian mesin pencacah rumput?

1.3 Ruang Lingkup

Mengingat luasnya permasalahan untuk menghasilkan mesin pencacah rumput pakan ternak, maka permasalahan difokuskan pada proses identifikasi bahaya keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang baik pada pembuatan, pengoperasian mesin pencacahan rumput yang mampu menghasilkan kapasitas produk 200 kg/jam dengan hasil potongan seragam sekitar 1 cm, identifikasi bahaya pada sistem transmisi, daya motor penggerak dan tingkat keamanan.

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan perancangan mesin pencacah rumput pakan ternak ini adalah :

1. Mengetahui bahaya, proses K3 pada pembuatan mesin pencacah rumput.
2. Mengetahui bahaya, sistim K3 pada sistem transmisi pada mesin.
3. Mengetahui bahaya letak motor yang tidak aman.
4. Mengetahui keamanan produksi rumput dari mesin untuk peternak
5. Mengetahui sistim kerja yang safety pada pengoperasian mesin pencacah rumput.

1.5 Manfaat

Manfaat dari pembahasan identifikasi bahaya pada proses pembuatan mesin pencacah rumput pakan ternak dengan metode FMAE adalah sebagai berikut :

1. Bagi Mahasiswa

- a. Sebagai suatu penerapan teori ilmiah yang diperoleh saat dibangku perkuliahan.
- b. Mampu mengenalkan modifikasi yang praktis dan ekonomis kepada mahasiswa lainnya yang akan mengambil tugas akhir, sehingga terinovasi untuk menghasilkan produk baru yang lebih baik.
- c. Melatih kedisiplinan serta kerjasama antar mahasiswa baik individual maupun kelompok.

2. Bagi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

- a. Sebagai bahan kajian di Program Studi Teknik Mesin dalam mata kuliah bidang teknik mesin.
- b. Merupakan modifikasi yang aman pada bagian yang perlu dikembangkan di kemudian hari sehingga menghasilkan mesin pencacah atau perajang rumput yang lebih safety.

3. Bagi Masyarakat

- a. Dibuatnya mesin ini, diharapkan membantu masyarakat peternak sapi dan lain-lain untuk mempermudah proses produksi perajangan rumput dengan waktu yang lebih singkat dan tenaga yang lebih efisien dan

aman (safety) sesuai dengan peraturan dan kaidah K3.

- b. Membantu dalam meningkatkan efektifitas dan efisiensi produksi dengan aman, nyaman dan safety.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rumput

Rumput (*grass*) adalah tumbuhan monokotil yang memiliki daun berbentuk sempit meruncing yang tumbuh dari dasar batang. Rumput sering kali ditanam sebagai tanaman hias, tanaman obat, dan pakan ternak. Namun di sisi lain, rumput yang tumbuh di lahan pertanian bersifat mengganggu pertumbuhan tanaman utama sehingga sering disebut sebagai tanaman pengganggu (gulma). Beberapa contoh rumput yang biasa ditanam di Indonesia antara lain rumput jepang, rumput gajah mini, rumput peking, rumput manila, rumput teki, rumput kucai, dan rumput ilalang.
<https://id.wikipedia.org/wiki/Rumput>

2.1.1 Jenis Rumput

Pada pembahasan ini akan diuraikan beberapa jenis rumput yang biasa dijadikan rumput untuk makanan ternak, rumput tersebut antara lain :

1) Rumput gajah (*Pennisetum purpureum*)

Rumput gajah atau yang dalam bahasa latin di sebut *Pennisetum purpureum* merupakan salah satu jenis rumput tahunan asal afrika yang mampu tumbuh tinggi dan tegak, mempunyai perakaran yang dalam dan menyebar sehingga mampu menahan erosi serta berkembang dengan rhizoma untuk membentuk rumpun. Rumput gajah mempunyai sifat perennial serta dapat tumbuh setinggi 3 sampai 4,5. Bila rumput gajah dibiarkan tumbuh bebas, dapat setinggi 7 m, akar dapat sedalam 4,5 m. Panjang daun 16 sampai 90 cm dan lebar 8 sampai 35 mm. Adaptasi rumput ini toleran terhadap berbagai jenis tanah, tidak tahan genangan, tetapi responsif terhadap irigasi, suka tanah lempung yang subur, tumbuh dari dataran rendah sampai pegunungan, tahan terhadap lindungan sedang dan berada pada curah hujan cukup, sekitar 1000 mm/tahun atau lebih. Kultur teknis rumput ini adalah bahan tanam berupa pols dan stek, interval pemotongan 40 – 60 hari, responsif terhadap pupuk nitrogen, campuran dengan legum seperti Centro dan Kudzu, produksinya 100 – 200

ton/ha/th (segar), 15 ton/ha/th (BK), renovasi 4 – 8 tahun.

2) Rumput raja (*King grass*)

Rumput raja atau yang dalam bahasa latin di sebut *Pennisetum purpuroides* merupakan merupakan salah satu jenis rumput hasil persilangan antara *P. purpureum* dan *P. thypoides* yang berasal dari Afrika selatan. Rumput ini memiliki ciri-ciri tumbuh membentuk rumpun dengan warna daun hijau tua dengan bagian dalam permukaan daun kasar, tulang daun lebih putih dari rumput gajah. Adaptasinya mampu tumbuh pada struktur tanah sedang sampai berat, tidak tahan terhadap genangan air serta permukaan air tanah yang tinggi, tahan naungan, tidak tahan terhadap penggembalaan berat dan pemotongan dilakukan pada tahun kedua. Siklus hidup perenial, tumbuh membentuk rumpun dengan tinggi mencapai 5 m, daya adaptasi baik pada daerah tropis dengan irigasi yang baik (Amara et al., 2000). Rumput raja dapat dikembangbiakkan dengan stek batang maupun sobekan rumpun (pols). Stek dipotong sepanjang 25-30 cm atau 2 (dua) ruas batang. Batang pols dapat diambil dari tanaman muda. Rumput Gajah Rumput raja mempunyai karakteristik tumbuh tegak berumpun-rumpun, ketinggian dapat mencapai kurang lebih 4 m, batang tebal dan keras, daun lebar agak tegak, dan ada bulu agak panjang pada daun helaian dekat ligula.

3) Rumput benggala (*Panicum maximum*)

Rumput Benggala atau yang dalam bahasa latin di sebut *Panicum Maximum* merupakan salah satu jenis rumput yang berasal dari Afrika tropik dan sub tropic dengan ciri tumbuh tegak membentuk rumpun, tinggi dapat mencapai 1 – 1,8 m, daun lebih halus daripada rumput gajah, buku dan lidah daun berbuku, banyak membentuk anakan, bunga tersusun dalam malai dan berwarna hijau atau kekuningan, serta akar serabut dalam. Rumput jenis ini dapat berfungsi sebagai penutup tanah, penggembalaan, ataupun diolah dalam bentuk hay dan silase. Sifat hidup dari rumput Benggala adalah perennial, tumbuh baik pada daerah dataran rendah sampai 1959 dari permukaan laut, curah hujan yang sesuai untuk rumput jenis ini adalah 1000 – 2000 mm/thn, rumput jenis ini tahan kering tetapi tumbuh baik jika cukup air walaupun tidak tahan genangan.

4) Rumput setaria (*Setaria spacelata*)

Rumput setaria atau yang dalam bahasa latin di sebut *Setaria sphacelata* merupakan salah satu jenis rumput yang berasal dari Afrika tropik dan dapat dikembangbiakkan dengan cara pols dan biji. Rumput setaria tumbuh tegak, berumpun lebat, kuat, tinggi dapat mencapai 2 m, berdaun halus pada bagian permukaan, daun lebar berwarna hijau gelap, berbatang lunak dengan warna merah keungu-unguan, pangkal batang pipih, dan pelepah daun pada pangkal batang tersusun seperti kipas. Rumput setaria sesuai untuk daerah tropik lembab, tumbuh membentuk rumpun lebat dan kuat, tumbuh baik pada ketinggian 1000-3000 m di atas permukaan air laut, tahan naungan dan genangan, rumput setaria dapat mencapai tinggi 1,5 m, responsif terhadap pupuk N dan produksinya berkisar antara 60-100 ton/ha/th. Rumput setaria sangat cocok di tanam di tanah yang mempunyai ketinggian 1200 m dpl, dengan curah hujan tahunan 750 mm atau lebih, dapat tumbuh di berbagai jenis tanah, dan tahan terhadap genangan air. Pemiakan dapat di lakukan dengan memisahkan rumpun dan menanamnya dengan jarak 60 x 60 cm. Pemupukan di lakukan pada tanaman berumur kurang lebih dua minggu, dengan pupuk urea 100 kg/hektar lahan, dan sebulan sekali di tambah dengan 100 kg urea/hekt (AAK. 2003).

5) Rumput bede/signal (*Brachiaria decumbent*)

Rumput signal merupakan salah satu jenis golongan rumput gembala yang tumbuh menjalar dengan stolon membentuk hamparan lebat yang tingginya sekitar 30-45 cm, memiliki daun kaku dan pendek dengan ujung daun yang runcing, mudah berbunga dan bunga berbentuk seperti bendera Sutopo. Jenis rumput ini tumbuh baik pada kondisi curah hujan 1000-1500 mm/tahun dan merupakan jenis rumput penggembalaan terbaik di Kongo.

6) Rumput Australia (*Paspalum dilatatum*)

Rumput Australia atau yang dalam bahasa ilmiahnya disebut *Paspalum dilatatum* merupakan salah satu jenis yang berasal dari Argentina (Amerika Selatan), masuk ke benua Australia pada tahun 1870 dan akhirnya meluas menjadi rumput benua Australia. Bahan penanaman adalah pols. Dapat tumbuh pada struktur tanah sedang sampai berat. Tetapi yang paling baik adalah pada

tanah berat yang basah dan subur. Ketinggian 0-2.000 m (dataran rendah sampai pegunungan). Curah hujan tak kurang 900-1.200 mm/tahun. Rumput Australia termasuk rumput berumur panjang, tumbuh tegak yang bisa mencapai tinggi 60-150 cm, berdaun rimbun yang berwarna hijau tua. Tanaman ini toleran terhadap kekeringan karena sistem perakarannya luas dan dalam serta tahan genangan air. Rumput ini merupakan rumput gembala yang baik, sebab tahan injak dan renggut serta merupakan rumput yang palatable (enak) dan banyak nilai gizinya. Sebagai rumput potong, rata-rata produksinya bisa mencapai 50-70 ton per tahun/Ha. Sehabis dilakukan pemotongan, rumput ini pertumbuhannya kembali sangat cepat. Sebagai rumput gembala ketinggian harus dipertahankan sekitar 30 cm. (Tunggul Ferry Sitorus, 2016).

2.1.2 Rumput Pakan Ternak

Bahan makanan berupa rumput-rumputan bisa dibedakan atas rumput lapangan (liar) dan rumput pertanian (rumput budidaya). Rumput pertanian sengaja diusahakan dan dikembangkan untuk persediaan pakan ternak (rumput unggul). Rumput atau hijauan jenis unggul ini bisa dibedakan lagi antara rumput potongan dan rumput gembala. Yang termasuk rumput potongan adalah rumput gajah (*Pennisetum purpureum*), rumput raja (*Pennisetum purpureophoides*), rumput benggala (*Panicum maximum*), rumput setaria (*Setaria spacelata*), dan lain-lain. Sedangkan yang termasuk rumput gembala adalah rumput bedé (*Brachiaria decumben*), rumput Australia (*Paspalum dilatatum*) dan lain-lain. Pakan hijauan digolongkan dalam makanan kasar karena mempunyai kadar serat yang tinggi. Hewan memamah-biak (*ruminansia*) justru akan mengalami gangguan pencernaan bila kandungan serat kasar didalam ransum terlalu rendah. Pada umumnya, jenis rumput yang digunakan sebagai rumput pakan budidaya adalah rumput-rumput yang memiliki kemampuan produksi atau panen tinggi. Pakan ternak untuk sapi ternak dan sapi potong, ada beberapa jenis rumput yang ditanam antara lain adalah:

1) Rumput *king grass*

Jenis rumput ini memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- Tumbuh tegak

- Berbentuk rumput
- Perakarannya dalam
- Tingginya dapat mencapai 4 meter,
- Berbatang tebal dan keras
- Setelah tua daunnya lebar dan panjang
- Tulang daunnya menjadi keras
- Memiliki potensi produksi yang tinggi
- Dapat dipanen setelah 3 bulan tanam dengan interval 40 hari.

2) Rumput Odot

Rumput ini salah satu varietas rumput gajah (*pennisetum purpureum*) yang dikenal dengan sebutan *dwarf elephant grass*. Jenis rumput ini memiliki ciri batang oendek (max 1 meter) dengan daun yang lebar, lunak dan berbulu halus. Umur panen pertama dari rumput ini yakni 70-80 hari setelah tanam dengan interval 30-40 hari untuk panen selanjutnya.

3) Rumput *African Star Grass*

Rumput ini berasal dari wilayah afrika timur. Memiliki ciri tumbuh tegak dan menjalar, bagian stolonnya tumbuh rapat dengan tanah dan pada buku stolonnya tumbuh akar yang kuat. Karena akarnya kuat maka menjadikan rumput ini tahan injak dan tahan renggut sehingga cocok sebagai rumput penggembalaan.

<https://dkpp.jabarprov.go.id/post/718/hijauan-rumput-pakan-ternak-sapi-potong>

2.2 Mesin Pencacah Rumput

Mesin ini merupakan mesin serbaguna untuk perajang hijauan, khususnya digunakan untuk merajang rumput pakan ternak. Pencacahan ini dimaksudkan untuk mempermudah ternak dalam memakan, disamping itu juga untuk memperirit rumput. Mesin pencacah rumput (Gambar 2.1) pakan ternak hasil modifikasi ini menggunakan motor listrik sebagai sumber tenaga penggerak. Mesin ini mempunyai sistem transmisi tunggal yang berupa sepasang pulley dengan perantara v-belt. Saat motor listrik dinyalakan, maka putaran motor listrik akan langsung ditransmisikan ke pulley 1 yang dipasang seporos dengan motor listrik. Dari pulley 1, putaran akan ditransmisikan ke pulley 2 melalui perantara v-belt, kemudian pulley 2 berputar, maka poros

yang 9 berhubungan dengan pulley akan berputar sekaligus memutar pisau perajang. Hal tersebut dikarenakan pisau perajang dipasang seporos dengan pulley 2. Meski terkesan memiliki fungsi yang sederhana namun mesin berperan cukup besar dalam proses pencacahan. Mesin pencacah rumput ini terdapat beberapa bagian utama seperti; motor penggerak, poros, casing, sistem transmisi dan pisau perajang (Muhammad Arifiyanto, 2012).

Mesin pencacah rumput adalah alat yang digunakan untuk membantu peternakan ruminansia (sapi, kerbau kuda, kambing, dan domba dalam hal penyediaan makanannya. Tapi tanaman rumput yang akan dicacah dimasukkan melalui sebuah saluran masuk, dicacah dalam sebuah boks pencacahan, dan keluar berupa potongan-potongan kecil. (Direktorat Jendral Peternakan, 2008). Mesin ini merupakan mesin serbaguna untuk perajang hijauan, khususnya digunakan untuk merajang rumput pakan ternak. Pencacahan ini di maksudkan untuk mempermudah ternak dalam memakan, disamping itu juga untuk memperirit rumput.



Gambar 2.1 Mesin pencacah rumput gajah (Ratna Dewi, 2021)

2.3 Komponen Mesin Pencacah Rumput

Komponen mesin pencacah rumput terdiri dari beberapa komponen utama antara lain komponen transmisi daya yang terdiri dari sabuk, pully, poros, bantalan, motor, rangka, sekrup, mur dan baut dan lain-lain.

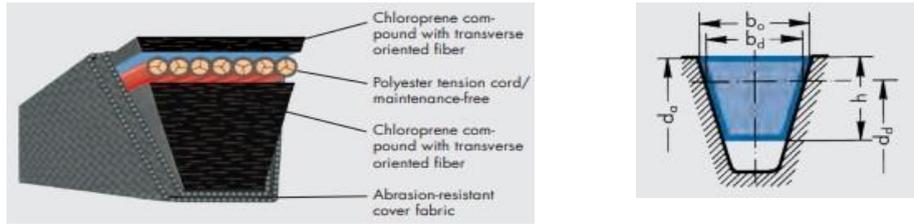
2.3.1 Transmisi Daya

Transmisi daya adalah alat bantu untuk menyalurkan atau memindahkan daya dari sumber motor bakar, turbin gas, motor listrik ke mesin yang membutuhkan daya antara lain pompa, kompresor, mesin produksi. Ada beberapa elemen yang digunakan dalam transmisi daya adalah sebagai berikut:

A. Sabuk (*V-belt*)

Sabuk adalah terbuat dari bahan yang fleksibel yang digunakan untuk menghubungkan dua atau lebih berputar poros mekanis. Sabuk (Gambar 2.2) dapat digunakan sebagai sumber gerak. Sebagai sumber gerak, sebuah ban berjalan adalah salah satu aplikasi dimana sabuk disesuaikan untuk terus membawa beban antara dua titik. Sabuk mempunyai karakteristik sebagai berikut:

1. Bisa dipakai untuk jarak sumbu yang panjang.
2. Perbandingan kecepatan sudut antara kedua poros tidak konstan atau sama dengan perbandingan diameter puli karena itu slip dan gerakan sabuk lambat.
3. Saat menggunakan sabuk yang datar, aksi los bisa didapat dengan menggeser sabuk dari puli yang bebas ke puli yang ketat.
4. Bila sabuk V dipakai, beberapa variasi dalam perbandingan kecepatan sudut bisa didapat dengan menggunakan puli kecil dengan sisi yang dibebani pegas. Diameter puli adalah fungsi dari tegangan sabuk dan dapat diubah-ubah dengan merubah jarak sumbuhnya.
5. Sedikit penyetelan atas jarak sumbu biasanya diperlukan sewaktu sabuk sedang dipakai.
6. Suatu alat pengubah perbandingan kecepatan ekonomis yang didapat dengan puli yang bertingkat. 10 Sabuk V biasa dikenal sebagai V-Belt atau tali baji untuk memecahkan selip dan masalah keselarasan. V-Belt dikembangkan pada tahun 1917 oleh Jhon Gates Rubber Company sebagai dasar untuk transmisi daya. Sabuk V terbuat dari kain dan kawat tercetak dalam karet dan terbungkus dengan kain dan karet. Sudut sabuk V biasanya $30^\circ - 40^\circ$ sangat cocok khususnya untuk penggerak pendek. Sabuk V dapat dipasang dengan berbagai sudut dengan sisi sempit berada di atas atau di bawah. Sabuk V biasa dibuat dalam lima jenis yaitu A, B, C, D dan E. (Khurmi et al., 1999).



<https://www.optibelt.com/fileadmin/pdf/produkte/keilriemen/Optibelt-TM-v-belt-drives.pdf>

Gambar 2.2 Sistem V-belt

B. Pully

Puli sering digunakan untuk memindahkan daya dari satu poros ke poros yang lain dengan alat bantu sabuk. Karena perbandingan kecepatan dan diameter berbanding terbalik, maka pemilihan puli harus dilakukan dengan teliti agar mendapatkan perbandingan kecepatan yang diinginkan. Diameter luar digunakan untuk alur sabuk dan diameter dalam untuk penampang poros.

Menurut suwandi (2007), puli (Gambar 2.3) sabuk dibuat dari besi cor atau dari baja. Untuk konstruksi ringan diterapkan puli dari paduan aluminium. Puli sabuk baja terutama untuk kecepatan sabuk yang tinggi di atas 35 m/s. (Robert et al., 1984), secara matematis untuk mencari diameter puli pada poros digunakan Persamaan 1: $N_1 \times D_1 = N_2 \times D_2$ (1)

Keterangan : N_1 = Kecepatan putaran motor (rpm)

D_1 = Diameter puli pada motor bakar (mm)

N_2 = Kecepatan putaran poros (rpm)

D_2 = Diameter puli pada poros (mm)



Gambar 2.3 Pully

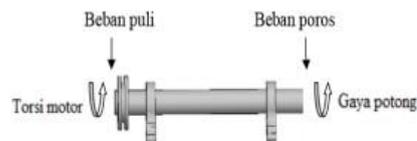
C. Poros

Poros merupakan komponen alat yang mentransmisikan gerak berputar dan daya. Poros (Gambar 2.4) adalah satu dari kesatuan dari sebarang sistem mekanis dimana daya di transmisikan dari penggerak utama, misalnya motor listrik atau motor bakar, ke bagian lain yang berputar dari sistem (mott et al.,

2003).

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam perencanaan poros (Komaro, 2008)

1. Kekuatan poros Sebuah poros harus direncanakan hingga cukup kuat untuk menahan beban puntir atau lentur atau gabungan antara puntir dan lentur, beban tarik ataupun tekan.
2. Kekakuan poros Kekakuan poros juga harus diperhatikan untuk menahan beban lenturan atau defleksi puntiran yang terlalu besar yang akan mengakibatkan ketidak telitian atau getaran dan suaranya.
3. Puntiran kritis Pada saat puntirin mesin dinaikkan maka pada suatu harga puntirin tertentu dapat terjadi getaran yang luar biasa besarnya. Putaran ini disebut putaran kritis, maka poros harus direncanakan hingga putaran kerjanya lebih rendah dari putaran kritisnya.
4. Korosi Bahan-bahan korosi juga harus dipilih untuk propeller dan pompa bila terjadi kontak dengan fluida yang korosif. Demikian pula untuk poros-poros yang terancam korosi dan poros-poros mesin yang sering berhenti lama.
5. Bahan poros Pada saat perencanaan poros harus diperhatikan bahan poros. Biasanya poros untuk mesin terbuat dari tiga baja batang yang ditarik dan difinis, baja karbon konstruksi mesin (disebut baja S-C). Baja yang dioksidasikan tahan aus, umumnya dibuat dari baja paduan dengan pengerasan kulit nikel, baja krom, dan lain-lain.



Gambar 2.4 Poros (Syahrir Arief, 2015)

D. Bantalan (*bearing*)

Bantalan atau disebut dengan *bearing* merupakan elemen mesin yang mampu menumpu poros berbeban, sehingga gesekan bolak baliknya dapat berlangsung secara halus, aman dan panjang usia pemakaiannya. Bantalan (Gambar 2.5) harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros suatu mesin bekerja dengan baik (Komaro, 2008).



Gambar 2.5 Bantalan

E. Motor Penggerak

Motor penggerak sebagai input daya utama yang merupakan salah satu bagian penting dalam alat pencacah rumput ini, serta sebagai alat yang digunakan untuk menggerakkan poros dalam silinder, dimana penyambung putaran tersebut menggunakan puli. Dengan adanya motor maka mesin dapat dioperasikan. Biasanya alat pencacah rumput ini digerakkan oleh 2 penggerak utama, yaitu motor bensin (Gambar 2.6) dan motor listrik (Gambar 2.7). Pemilihan penggerak yang utama disesuaikan dengan keperluan dan keadaan pengguna. Pada pembuatan ini direncanakan menggunakan motor bensin yang tersedia dipasaran. Konsumsi bahan bakar diperlukan untuk mengetahui berapa banyak bahan bakar yang digunakan selama pengoperasian mesin (Fadli, 2015). Rumusan yang digunakan sebagai berikut :

$$P = T \cdot n \div R \dots\dots\dots (2)$$

Dimana : P = Konsumsi bahan bakar (ml)

T = Waktu proses pencacahan (s)

n = Kapasitas produksi (gr).

R = Kecepatan putaran mesin (rpm).



Gambar 2.6 Motor Penggerak



Gambar 2.7 Motor Listrik

Perbandingan pully motor dan pully pisau disesuaikan dengan putaran motor serta putaran pisau yang direncanakan untuk proses pemotongan. Tenaga penggerak alat pencacah ini menggunakan motor bakar dengan kapasitas 5 TK. Bahan bakar motor bakar adalah bensin atau premium. Alternatif lain untuk penggerak alat pencacah ini adalah motor listrik dengan kapasitas 5 HP. Jika di lokasi tersedia sumber arus listrik dapat menggunakan motor listrik. Jika kondisi tempat ternak ini jauh dari jangkauan listrik dapat menggunakan motor bakar bensin.

F. Baut dan Mur

Mur dan baut (Gambar 2.8) merupakan alat pengikat sambungan yang sangat penting dalam suatu rangkaian mesin. Untuk mencegah kecelakaan dan kerusakan pada mesin, pemilihan mur dan baut sebagai pengikat harus dilakukan dengan teliti untuk mendapatkan ukuran yang sesuai dengan beban yang diterimanya. Pada mesin ini, mur dan baut digunakan untuk mengikat beberapa komponen, antara lain :

- 1 Pengikat pada bantalan.
- 2 Pengikat pada dudukan motor bakar.
- 3 Pengikat pada puli (Sularso, 1997)

Menentukan jenis dan ukuran mur dan baut, harus memperhatikan berbagai faktor seperti sifat gaya yang bekerja pada baut, cara kerja mesin, kekuatan bahan, dan lain sebagainya. Adapun gaya-gaya yang bekerja pada baut dapat berupa :

- 1) Beban statis aksial mur.
- 2) Beban aksial bersama beban punter.
- 3) Beban geser (Sularso, 1997)



Gambar 2.8 baut dan mur

G. Sekrup

Suwandi (2007) mengungkapkan bahwa banyak tipe sekrup yang digunakan untuk konstruksi mesin, yaitu :

- 1) Sekrup pengencang, bentuk dari sekrup (Gambar 2.9) ini memanjang sampai kebagian lehernya, sehingga ujungnya dapat bersentuhan dengan poros serta poros dan leher terikat dengan erat menjadi satu dan berputar sebagai satu unit.
- 2) Sekrup penutup, mempunyai kepala seperti baut mesin, sedangkan ujung yang lain bersifat runcing.
- 3) Sekrup kayu, sekrup ini berukuran kecil dan pada kepalanya terdapat jalur (celah) sehingga dapat digunakan sebuah obeng untuk memaksa sekrup kedalam kayu.



Gambar 2.9 Sekrup

G. Las

Cara kerja pengelasan adalah dengan terbentuknya ikatan metarugli pada sambungan logam atau paduan yang dilakukan dalam keadaan atau cair. Pada perancangan alat pada pembahasan disini, pengelasan dilakukan pada pembuatan konstruksi mesin, rangka, sambungan logam dan lain-lain. Pengelasan secara garis besar dan umum dapat diklasifikasikan dalam 3 kelas utama, yaitu :

1. Pengelasan cair : cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari sumber listrik atau semburan api yang terbakar.
2. Pengelasan tekan : cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan dan kemudian ditekan menjadi satu.
3. Pemantrian : cara pengelasan dimana sambungan diikat dan disatukan

dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah, dalam cari ini logam tidak turut mencair. Ratna Dewi (2021)

2.4. Rancangan Mesin Pencacah Rumput

Rancangan merupakan serangkaian prosedur untuk menerjemahkan hasil analisis dari sebuah sistem dari bahasa pemrograman untuk mendeskripsikan dengan detail komponen – komponen sistem diimplementasikan. Sedangkan pengertian bangun atau pembangunan sistem adalah menciptakan baru atau mengganti atau memperbaiki sistem yang telah baik secara keseluruhan maupun sebagian (Pressman, 2002). Rancang bangun berfungsi untuk menciptakan rencana teknis (*technical plan*) penyelesaian persoalan, meliputi analisis dan sintesis yang bukan sekedar menghitung dan menggambar, tetapi juga mengusahakan bagaimana merencanakan produk yang siap dikomersilkan dan bagaimana produk tersebut dapat bertahan di pasaran.

Desain teknik adalah seluruh aktivitas untuk membangun dan mendefinisikan solusi bagi masalah yang sebelumnya telah dipecahkan namun dengan cara yang berbeda. Perancang teknik menggunakan kemampuan intelektual untuk mengaplikasikan pengetahuan ilmiah dan memastikan agar produknya sesuai dengan kebutuhan pasar serta spesifikasi desain produk yang disepakati, namun tetap dapat dipabrikasi dengan metode yang optimum. Aktivasi desain tidak dapat dikatakan selesai sebelum hasil akhir produk dapat dipergunakan dengan tingkat performa yang dapat diterima dan dengan metode kerja yang terdefinisi dengan jelas (Fauzan, 2013).

Sebagai referensi tentang rancangan spesifikasi alat pencacah rumput untuk pakan ternak adalah sebagai berikut :

- Kontruksi alat mempunyai dimensi 800 x 600 x 800 mm (t x b x L)
- Rangka menggunakan besi profil U, Plat dan stalbush
- Sambungan proses las dan baut mur
- Pisau (*blade*) panjang 400 mm lebar 70 mm jumlah 2 buah
- Rumah blade plat 4 mm
- Corong plat 3 mm
- Portable menggunakan roda 4 inchi jumlah 4 buah
- Power penggerak Motor bensin 5 PK

- Putaran maksimum 3000 rpm

2.4.1 Prinsip Kerja Mesin Pencacah Rumput

Mesin pencacah rumput memiliki prinsip kerja bermacam-macam tetapi masih relatif sama. Adapun pada pembahasan disini adalah membahas dengan prinsip kerja mesin sebagai berikut :

1. Tahap pertama rumput gajah beserta batangnya di masukkan ke *hopper* (input) atau saluran pemasukan.
2. Pada *hopper* atau saluran pemasukan dilakukan pemasukan bahan secara bertahap, masuk kedalam ruang roll pencacah. Hal ini perlu dilakukan karena untuk menghindari penumpukan bahan pada saluran pemasukan sehingga mengakibatkan berkurangnya tingkat efesiensi serta terganggunya kinerja mesin.
4. Rumput gajah masuk kedalam roll pencacah strip, dan di dalam ruang roll pencacah bahan tersebut akan terpotong atau tercacah menjadi kecil-kecil oleh pisau pencacah serta sekaligus batang dari rumput gajah. Selanjutnya rumput gajah yang telah tercacah akan keluar melalui saluran keluar (*output*).
5. Setelah proses pencacahan selesai. Selanjutnya diberikan pada ternak sebagai pakannya

2.4.2 Kapasitas Mesin

Kapasitas merupakan hasil produksi (*throughput*) atau jumlah unit yang dapat ditahan, diterima, disimpan, atau diproduksi oleh sebuah fasilitas dalam suatu periode waktu tertentu. (Barry, Render dan Jay Heizer 2007). Dengan adanya kapasitas dapat menentukan apakah permintaan dapat dipenuhi atau apakah fasilitas yang ada akan berlebih. Sedangkan menurut T. Hani Handoko 1999, kapasitas adalah suatu tingkat keluaran, suatu kuantitas keluaran dalam periode tertentu, dan merupakan kuantitas keluaran tertinggi yang mungkin selama periode waktu tertentu. Batas kapasitas mesin umumnya di dasarkan pada besar kecilnya ukuran mesin. Selain itu juga dapat di tentukan berdasarkan kemampuan mesin yang sudah di tentukan dari pabrik pembuatnya, hal ini dapat di lihat dari plate name spesifikasi mesin tersebut,

tidak selamanya mesin kecil mempunyai kapasitas kecil dan sebaliknya. Hal lain yang menjadi pertimbangan ukuran besar kecilnya kapasitas mesin adalah jenis penggunaan mesin tersebut, seperti misalnya mesin yang di peruntukan sebagai mesin-mesin simulasi untuk unit pelatihan (*training units*), mesin untuk produksi berukuran kecil, sedang, ataupun besar, dan mesin-mesin industri (Abdul Salam 2014) Pengukuran kapasitas produksi yang di pergunakan dalam perencanaan produksi adalah kapasitas aktual atau kapasitas efektif (*actual capacity or effective capacity*). Kapasitas efektif atau aktual merupakan tingkat output yang dapat di harapkan berdasarkan pada pengalaman, yang mengukur produksi secara aktual dari pusat-pusat kerja (*work centers*) pada masa lalu. Biasanya di ukur menggunakan angka rata-rata berdasarkan beban kerja normal (Vincent, Gaspersz 2008). Menurut daywin, et al (2008), kapasitas kerja suatu alat atau mesin di definisikan sebagai kemampuan alat dan mesin dalam mengolah suatu produk (contoh ha, kg, It) persatuan waktu (jam). Dari suatu kapasitas kerja dapat dikonfersikan menjadi satuan produk per Kw per jam, bila alat atau mesin itu menggunakan daya penggerak motor. Jadi satuan kapasitas kerja menjadi : ha. Jam/Kw, kg, jam/Kw. Persamaan matematisnya dapat ditulis sebagai berikut : Ratna Dewi (2021)

$$\text{Kapasitas kerja} = \text{Produk yang diolah Waktu} \dots\dots\dots (3)$$

2.4.3 Putaran Mesin

Putaran mesin menggunakan parameter-parameter hasil pencacahan. Karena rata-rata besarnya putaran motor dipasaran sekitar 1400 (rpm), maka perlu dilakukan penyesuaian ukuran puli berdasarkan dengan ukuran puli dengan input data perputaran. Perputaran mesin pencacah rumput dirancang 1.344 (rpm/3,1 hp) dimana rancangan ini berdasarkan putaran minimum yaang banyak digunakan pada alat atau mesin pengolahan hasil pertanian. (Sahutu,1996)

2.5 Proses Manufaktur

Workshop manufaktur adalah tempat pengerjaan berbagai macam proses manufaktur untuk membuat produk manufaktur sesuai dengan

rancangan atau desain yang telah direncanakan. Proses manufaktur merupakan suatu proses pembuatan suatu benda kerja (*workpiece*) dari bahan baku sampai barang jadi atau setengah jadi dengan satu atau beberapa proses. Pada dasarnya proses manufaktur adalah penyelesaian proses logam dan non logam dari bentuk bijih besi (*raw material*) menjadi barang yang dapat digunakan. Umumnya kebanyakan logam dibuat mula-mula dalam bentuk batangan (*ingot*) hasil proses pemurnian dari bijihnya yang kemudian merupakan bahan baku untuk dilakukan proses selanjutnya. Pada dasarnya, proses pembuatan benda kerja logam dapat dikelompokkan menjadi:

1. Proses pemesinan.
2. Proses pengecoran.
3. Proses penyambungan.
4. Proses pembentukan.
5. Proses perlakuan fisis.
6. Proses penyelesaian atau pengerjaan akhir.

Beberapa proses manufaktur yang umumnya dilakukan untuk membuat produk manufaktur adalah seperti yang ditunjukkan pada pembahasan di atas. Pada pembahasan saat ini difokuskan pada pembahasan beberapa proses manufaktur seperti proses pemesinan, proses penyambungan, proses pembentukan dan proses penyelesaian atau pengerjaan akhir (*finishing*).

Proses pemesinan adalah proses pembuatan yang menggunakan mesin-mesin perkakas potong untuk mendapatkan bentuk yang diinginkan dengan membuang sebagian material. Umumnya perkakas potongnya dibuat dari bahan yang lebih keras daripada logam yang dipotong. Beberapa contoh mesin perkakas ini antara lain mesin bubut, mesin sekrup, mesin bor, drill, mesin frais, mesin gergaji dan lain-lain. Perkakas potong proses pemesinan antara lain dari jenis HSS, ceramic, mata intan, karbida, dan lain-lain.

Proses penyambungan (*joining*) pada dasarnya proses ini dapat dilakukan tanpa atau dengan mencairkan logam yang disambung, dengan atau tanpa logam pengisi, dengan atau tanpa tekanan dan dengan perekat atau adhesive. Beberapa contoh proses penyambungan ini antara lain adalah : pengelasan, solder, pengelingan, baut dan mur, dan lain-lain. Proses penyambungan ini

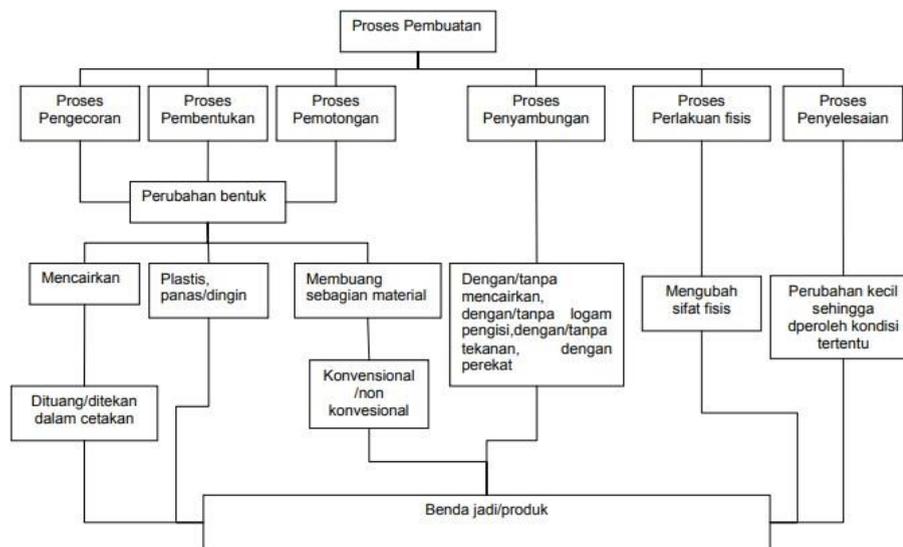
dapat dilakukan apabila part atau komponen yang akan disambung sudah melalui tahapan-tahapan proses yang disyaratkan sesuai dengan jenis sambungan yang akan dilakukan.

Proses pembentukan logam (*metal forming*) adalah suatu proses pembuatan yang pada dasarnya dilakukan dengan memberikan gaya luar (menekan, memadatkan, menarik dan sebagainya) hingga berubah bentuk secara plastis. Bahan logam sebelumnya dapat dipanaskan terlebih dahulu sampai mencapai batas tertentu atau logam tetap dingin dalam arti di bawah batas temperatur tertentu tersebut. Kondisi pertama disebut proses pengerjaan panas (*hot working process*), sedang yang terakhir disebut proses pengerjaan dingin (*cold working process*). Pada proses pembentukan logam dikenal berbagai proses yang umum dilakukan antara lain sebagai berikut:

1. Pengerolan (*rolling*).
2. Tempa (*forging*).
3. Proses potong (*piercing*).
4. Proses tarik (*drawing*).
5. Ekstrusi (*extrusion*).
6. Proses putar tekan (*spinning*).

Proses *finishing* adalah proses yang bertujuan untuk memberikan kondisi permukaan tertentu dari benda jadi (produk) sehingga terjadi perubahan dimensi yang sangat kecil. Secara keseluruhan, bentuk dan ukuran boleh dikatakan tidak mengalami perubahan yang berarti. Kondisi permukaan tertentu yang dimaksud adalah antara lain berwarna mengkilat, pemeliharaan-pencegahan dari perubahan unsur serta bentuk permukaan, melalui proses pengecatan, proses anoda, proses pelapisan permukaan dengan unsur tertentu, dan lain-lain (Agung Kristanto, 2011).

Berdasarkan dari uraian di atas, maka secara skematis proses pembuatan logam dapat dilihat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.10 berikut ini.



Gambar 2.10 Skema Proses Pembuatan (Agung Kristanto, 2011)

2.5.1 Peralatan Manufaktur

Pada proses manufaktur yang merupakan suatu proses pembuatan suatu benda kerja (*workpiece*) dari bahan baku sampai barang jadi, setengah jadi atau menjadi suatu produk, maka juga akan memerlukan satu atau beberapa peralatan manufaktur yang memiliki kemampuan kerja yang berbeda untuk merealisasikan hal tersebut. Peralatan yang umum digunakan dalam proses manufaktur adalah seperti mesin bubut, mesin sekrup, mesin frais, mesin gergaji, mesin bor, mesin gerinda, mesin las, ragum dan lain-lain. Peralatan tersebut memiliki kemampuan yang berbeda sesuai dengan tujuan penggunaannya.

A. Mesin Bubut

Mesin bubut (Gambar 2.11) ialah suatu mesin perkakas dengan gerak kerja utama berputar. Prinsip kerja mesin bubut yaitu: pahat bergerak mendatar dalam arah memanjang (*longitudinal*) atau arah melintang (*cross slide*) menyayat benda kerja yang sedang berputar pada sumbu utamanya.



Gambar 2.11 Mesin bubut

B. Mesin Sekrap

Mesin Sekrap (*shaping machine*) (Gambar 2.12) disebut pula mesin ketam atau serut. Mesin ini digunakan untuk mengerjakan bidang-bidang yang rata, cembung, cekung, beralur, dll., pada posisi mendatar, tegak, ataupun miring. Mesin Sekrap adalah suatu mesin perkakas dengan gerakan utama lurus bolak-balik secara vertikal maupun horizontal. Prinsip pengerjaan pada Mesin Sekrap adalah benda yang disayat atau dipotong dalam keadaan diam (dijepit pada ragum) kemudian pahat bergerak lurus bolak balik atau maju mundur melakukan penyayatan. Hasil gerakan maju mundur lengan mesin/pahat diperoleh dari motor yang dihubungkan dengan roda bertingkat melalui sabuk (*belt*). Dari roda bertingkat, putaran diteruskan ke roda gigi antara dan dihubungkan ke roda gigi penggerak engkol yang besar. Roda gigi tersebut beralur dan dipasang engkol melalui tap. Jika roda gigi berputar maka tap engkol berputar eksentrik menghasilkan gerakan maju mundur lengan. Kedudukan tap dapat digeser sehingga panjang eksentrik berubah dan berarti pula panjang langkah berubah.



Gambar 2.12 Mesin sekrap

C. Mesin Gergaji

Mesin gergaji (Gambar 2.13) adalah mesin yang lengan pemotong bergerak maju mundur memotong benda kerja dengan mata gergaji.



Gambar 2.13 Mesin gergaji

D. Mesin Bor

Mesin bor (Gambar 2.14) adalah suatu jenis mesin gerakannya memutar alat pemotong yang arah pemakanan mata bor hanya pada sumbu mesin tersebut. Sedangkan Pengeboran adalah operasi menghasilkan lubang dalam lembaran-kerja dengan menggunakan pemotong berputar yang disebut bor dan memiliki fungsi untuk membuat lubang, membuat lobang bertingkat, membesarkan lobang dan *chamfer*.



Gambar 2.14 Mesin bor

E. Mesin Frais (*Milling*)

Mesin frais (Gambar 2.15) adalah mesin perkakas dengan gerak utama berputar, digunakan untuk mengerjakan permukaan benda kerja dengan pisau frais. Benda kerja yang di sayat bergerak menuju pisau frais yang sedang berputar. Pekerjaan-pekerjaan mengefrais yang dapat dilakukan pada mesin frais adalah:

- Mengefrais bidang datar.
- Mengefrais bentuk alur.
- Mengefrais bentuk-bentuk profil dan roda gigi.
- Mengefrais spiral dan sebagainya.

Fungsi operasi kerja dari mesin frais bergantung dari jenis pisau frais yang

digunakan termasuk gerak meja frais yang dilakukan. Gerakan meja frais adalah gerakan mendatar (*horizontal*), gerakan memanjang (*longitudinal*) dan gerakan naik turun (*vertikal*).



Gambar 2.15 Mesin frais

F. Mesin Gerinda

Kemampuan menajamkan alat potong dengan mengasahnya dengan pasir atau batu telah ditemukan oleh manusia primitif sejak beberapa abad yang lalu. Alat pengikis digunakan untuk membuat batu gerinda pertama kali pada jaman besi, dan pada perkembangannya dibuat lebih bagus untuk proses penajaman. Pada awal tahun 1900-an, penggerindaan mengalami perkembangan yang sangat cepat seiring dengan kemampuan manusia membuat butiran abrasive seperti silikon karbida dan aluminium karbida. Selanjutnya dikembangkan mesin pengasah yang lebih efektif yang disebut Mesin Gerinda (Gambar 2.16), mesin ini dapat mengikis permukaan logam dengan cepat dan mempunyai tingkat akurasi yang tinggi sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Mesin Gerinda adalah salah satu mesin perkakas yang digunakan untuk mengasah/memotong benda kerja dengan tujuan tertentu. Prinsip kerja Mesin Gerinda adalah batu gerinda berputar bersentuhan dengan benda kerja sehingga terjadi pengikisan, penajaman, pengasahan, atau pemotongan.



Gambar 2.16 Mesin gerinda

G. Mesin Las

Pengelasan dengan mesin las (Gambar 2.17) merupakan suatu proses penyambungan logam dimana logam menjadi satu akibat panas dengan atau tanpa pengaruh tekanan atau dapat juga didefinisikan sebagai ikatan metalurgi yang ditimbulkan oleh gaya tarik menarik antar atom. Bila dua permukaan yang rata dan bersih ditekan, beberapa kristal akan bersinggungan dan tertekan. Bila tekanan diperbesar maka daerah singgung ini akan bertambah luas. Lapisan oksida yang rapuh, pecah logam mengalami deformasi plastik. Batas antara dua permukaan kristal dapat menjadi satu dan terjadilah sambungan, proses ini disebut pengelasan dingin. Bila disamping tekanan, permukaan tadi dipanaskan pula, kedua permukaan tadi akan melebur dan terjadilah sambungan las.



Mesin las



Proses pengelasan

Gambar 2.17 Mesin las

H. Ragum

Ragum (*vice*) (Gambar 2.18) adalah alat yang berfungsi menjepit benda kerja selama proses pengerjaan. Pekerjaan yang umum dilakukan dalam penggunaan ragum adalah seperti pekerjaan menjepit benda kerja yang berukuran kecil dan menengah saat akan dipotong, diasah, dibor, dikikir, digerinda, dibengkokkan dan lain-lain.



Gambar 2.18 Ragum

2.6 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan hal yang tidak akan terlepas dari sistem ketenagakerjaan dan sumber daya manusia. Keselamatan dan kesehatan kerja tidak hanya sangat penting bagi pekerja namun keselamatan dan kesehatan kerja menentukan produktivitas suatu pekerjaan. Keselamatan dan kesehatan kerja yang berdampak positif terhadap pekerjaan. Maka dari itu, keselamatan dan kesehatan kerja bukan hanya suatu kewajiban yang harus di perhatikan oleh para pekerja, akan tetapi suatu kebutuhan yang harus di penuhi oleh sistem pekerjaannya. Dengan kata lain keselamatan dan kesehatan kerja bukan suatu kewajiban melainkan suatu kebutuhan bagi para pekerja dan bagi bentuk kegiatan pekerjaan. Perusahaan perlu melaksanakan program keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang diharapkan dapat menurunkan tingkat kecelakaan kerja. Berbagai faktor yang menyebabkan kecelakaan di tempat kerja diantaranya: kurangnya perawatan terhadap perlengkapan kerja, peralatan kerja dan perlengkapan kerja yang tidak tersedia ataupun tak layak pakai (Buntarto, 2015). Menurut perkiraan International Labour Organization (ILO) 2,78 juta tenaga kerja meninggal setiap tahun karena kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja. Sekitar 86,3% dari kematian ini diakibatkan oleh penyakit akibat kerja dan 13, 7% di akibatkan oleh kecelakaan kerja (Hämäläinen, P. ., Takala, J. ., & Boon Kiat, 2017). Data dari BPJS ketenagakerjaan pada tahun 2017 jumlah angka kecelakaan kerja di tempat kerja sebanyak 123.041 kasus, dan pada tahun 2018 mencapai 173.105 kasus. Angka ini menunjukkan peningkatan kecelakaan di tempat kerja (BPJS Ketenagakerjaan, 2019). Sektor manufaktur merupakan salah satu sektor dengan proporsi kecelakaan kerja yang tinggi. Sektor manufaktur mencakup beberapa industri seperti industri tekstil, industri elektrik, industri konsumsi dan industri kimia. Industri – industri tersebut menimbulkan berbagai bahaya keselamatan dan kesehatan kerja bagi pekerja selama melakukan kegiatan atau proses pekerjaan. https://eprints.uad.ac.id/20929/2/KP_1700029251_ISILAPORAN.pdf

2.6.1 Identifikasi Bahaya K3

Definisi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dilihat dari berbagai pandangan dan pendapat yang terdapat pada buku kesehatan lingkungan dan K3

karangan Cecep Triwibowo dan Mitha Erlisya Pusphandini (2013) dijelaskan yaitu:

1. Menurut Mangkunegara, keselamatan kesehatan kerja adalah suatu pemikiran dan upaya untuk menjamin keutuhan dan kesempurnaan baik jasmaniah maupun rohaniah tenaga kerja pada khususnya, dan manusia pada umumnya, hasil karya dan budaya untuk menuju masyarakat yang adil dan makmur.
2. Ridley (2006), mengartikan keselamatan dan kesehatan kerja adalah suatu kondisi dalam pekerjaan yang sehat dan aman baik bagi pekerjanya, perusahaan maupun masyarakat dan lingkungan sekitar tempat kerja tersebut.
3. Secara filosofi (PP 50 Tahun 2012), keselamatan kesehatan kerja adalah suatu pemikiran dan upaya demi terjaminnya keadaan, keutuhan dan kesempurnaan baik jasmani maupun rohani manusia serta hasil karya dan budaya yang bertujuan untuk kesejahteraan manusia pada umumnya dan tenaga kerja pada khususnya.
4. Secara ilmiah (Depnaker RI, 1991), keselamatan kesehatan kerja adalah ilmu pengetahuan dan penerapan yang khusus mempelajari tentang cara-cara pencegahan dan penanggulangan atas kecelakaan yang terjadi di tempat kerja.
6. Secara hukum (Depnaker RI, 1991), keselamatan kesehatan kerja adalah perlindungan agar tenaga kerja senantiasa dalam keadaan selamat dan selama melakukan pekerjaan di tempat kerja selalu mengamankan sumber bahaya dan proses produksi serta dapat bekerja lebih efisien (Henri Ponda dan Nur Fadilah Fatma, 2020)

Rahmatullah, et al (2022) mendefinisikan bahwa Keselamatan dan kesehatan kerja juga merupakan suatu usaha untuk mencegah setiap perbuatan atau kondisi tidak selamat, berbahaya, beresiko yang dapat mengakibatkan kecelakaan ditempat kerja. Bahaya adalah sesuatu kondisi yang dapat berpotensi merugikan, baik kerugian materi, immateri atau kecederaan (*fatality*). Risiko adalah efek dari ketidakpastian. Risiko adalah juga efek dari bahaya, sehingga lebih obyektif, namun hal tersebut belum terjadi. Risiko yang

sudah terjadi maka disebut dengan insiden atau kecelakaan (*accident*). Undang-Undang yang mengatur K3 adalah sebagai berikut :

- A. Undang-undang No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja Undang-Undang ini mengatur dengan jelas tentang kewajiban pimpinan tempat kerja dan pekerja dalam melaksanakan keselamatan kerja.
- B. Undang-undang No. 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan. UU ini mengatur mengenai segala hal yang berhubungan dengan ketenagakerjaan mulai upah kerja, hak maternal, cuti sampai dengan keselamatan dan kesehatan kerja.
- C. Undang-undang Nomor 23 Tahun 1992 mengenai Kesehatan Undang-undang ini menyatakan bahwa secara khusus perusahaan berkewajiban memeriksakan kesehatan badan, kondisi mental dan kemampuan fisik pekerja yang baru maupun yang akan dipindahkan ke tempat kerja baru, sesuai dengan sifat-sifat pekerjaan yang diberikan kepada pekerja, serta pemeriksaan kesehatan secara berkala (Sri Rejeki, 2016).

2.6.2 Metode FMEA

Metode FMEA merupakan metode yang sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mencegah terjadinya masalah pada suatu produk dan proses manufaktur. Kegagalan pada proses perlu dicegah dengan cara menerapkan suatu metode atau teknik yang sudah teruji penggunaannya dalam meningkatkan daya operasi proses termasuk seluruh komponen yang ada di dalamnya seperti manusia, teknologi, mesin dan lain sebagainya. Teknik yang dapat digunakan adalah Analisis Modus Kegagalan dan Dampak (Failure Modes and Effects Analysis - FMEA) dan Analisis Modus Kegagalan, Dampak dan Kekritisitas (Failure Modes, Effects and Criticality Analysis – FMECA). FMEA/FMECA adalah teknik yang digunakan untuk meningkatkan keandalan dan keamanan suatu proses dengan cara mengidentifikasi potensi kegagalan - atau disebut modus kegagalan - pada proses tersebut. Setiap modus kegagalan akan dinilai menggunakan tiga parameter, yaitu keparahan (*severity* - S), kemungkinan terjadinya (*occurrence* - O), dan kemungkinan kegagalan deteksi (*detectability* - D). Ketiga parameter itu kemudian digabungkan untuk

menentukan signifikansi kekritisannya (FMECA) dari setiap modus kegagalan. Gabungan dari tiga parameter tersebut dikenal dengan Angka Prioritas Risiko (*Risk Priority Number - RPN*). (Antonius, et al, 2020).

Risk Priority Number (RPN) merupakan suatu indikator untuk menentukan tindakan korektif yang tepat pada suatu mode kegagalan. RPN dapat menentukan skala prioritas perbaikan, manakah yang harus dilakukan perbaikan terlebih dahulu hingga yang dapat tidak harus segera dilakukan perbaikan. Pada RPN, terdapat tiga tahap dalam penilaiannya, yaitu *severity*, *occurrence*, dan *detection*. *Severity* adalah langkah pertama untuk menganalisa resiko, yaitu menghitung seberapa besar dampak atau intensitas kejadian yang mempengaruhi hasil akhir proses. Berikut Tabel 2.1 menyajikan rincian dari *severity rating*. (Silvia dan Retno, 2022).

Tabel 2.1 *Severity Rating*

<i>Rank</i>		<i>Criteria</i>
1 – 2	<i>Very Low</i>	Tidak beralasan untuk menduga bahwa pembawaan/sifat sepele dari kesalahan ini dapat menyebabkan efek yang signifikan pada produk dan/atau <i>service</i> . Para konsumen mungkin tidak akan sampai menyadari kesalahan tersebut.
3 – 4	<i>Low</i>	Kerusakan pada tingkat yang rendah, dikarenakan pembawaan/sifat dari kesalahan ini hanya akan menyebabkan sangat sedikit gangguan terhadap konsumen. Konsumen akan menyadari sedikit penurunan kualitas dari produk dan/atau <i>service</i> , sedikit ketidaknyamanan, pada proses selanjutnya, atau perlunya sedikit pengerjaan ulang.
5 – 6	<i>Moderate</i>	Urutan yang sedang/lumayan, karena kesalahan ini menyebabkan beberapa ketidakpuasan. Konsumen akan merasa tidak nyaman atau bahkan terganggu oleh kesalahan tersebut.
7 – 8	<i>High</i>	Ketidakpuasan konsumen pada tingkat yang tinggi, dikarenakan pembawaan/sifat dari kesalahan ini seperti sebuah produk yang tidak dapat digunakan atau dilakukan <i>service</i> yang tidak memuaskan sama sekali.
9 – 10	<i>Very High</i>	Tingkat kerusakan yang sangat tinggi saat kesalahan tersebut mempengaruhi keselamatan dan melibatkan pelanggaran peraturan-peraturan pemerintah.

Occurrence adalah sebuah pengukuran yang digunakan untuk menentukan nilai rating yang sesuai dengan estimasi jumlah frekuensi atau jumlah kegagalan yang terjadi karena penyebab tertentu. Berikut Tabel 2.2 menyajikan rincian dari *occurrence rating*.

Tabel 2.2 Occurrence Rating

Rank	Efek	Criteria
1	Hampir Tidak Pernah	1 diantara 1.500.000 produk
2	Sangat Jarang	1 diantara 150.000 produk
3	Cukup Jarang	1 diantara 15.000 produk
4	Sedikit Jarang	1 diantara 2.000 produk
5	Jarang	1 diantara 400 produk
6	Sedikit Sering	1 diantara 80 produk
7	Cukup Sering	1 diantara 20 produk
8	Sering	1 diantara 8 produk
9	Sangat Sering	1 diantara 3 produk
10	Hampir Selalu Terjadi	1 diantara 2 produk

Detection adalah sebuah pengukuran untuk mengendalikan *defect* yang terjadi.

Berikut Tabel 2.3 menyajikan rincian dari *detection rating*.

Tabel 2.3 *Detection Rating*

Rank	Efek	Criteria
1 – 2	Very High Pengawasan hampir sudah pasti dapat mendeteksi <i>defect</i>	Kemungkinan produk atau <i>service</i> yang terdapat <i>defect</i> pada tingkat yang sedang/lumayan (1 dari 10.000). <i>Defect</i> akan jelas terlihat dan siap untuk dideteksi. Keandalan atau kemampuan deteksi paling rendah pada tingkat 99,99%.
3 – 4	High Pengawasan punya kemungkinan yang besar dalam mendeteksi <i>defect</i>	Kemungkinan produk atau <i>service</i> yang terdapat <i>defect</i> ada pada tingkat yang rendah (1 dari 5.000, sampai 1 dari 500). Keandalan atau kemampuan deteksi paling rendah pada tingkat 99,8%.
5 – 6	Moderate Pengawasan mungkin mendeteksi <i>defect</i>	Kemungkinan produk atau <i>service</i> yang terdapat <i>defect</i> ada pada tingkat yang sedang/lumayan (1 dari 200, sampai 1 dari 50). Keandalan atau kemampuan deteksi paling rendah pada tingkat 98%.
7 – 8	Low Pengawasan lebih mungkin tidak mendeteksi <i>defect</i>	Kemungkinan produk atau <i>service</i> yang terdapat <i>defect</i> ada pada tingkat yang tinggi (1 dari 20). Keandalan atau kemampuan deteksi paling rendah pada tingkat 90%.
9 – 10	Very Low Pengawasan sangat mungkin tidak mendeteksi <i>defect</i>	Kemungkinan produk atau <i>service</i> yang terdapat <i>defect</i> ada pada tingkat yang sangat tinggi (1 dari 10). Biasanya barang tidak dicek atau tidak dapat dicek. <i>Defect</i> sering tersembunyi dan tidak terlihat saat proses atau <i>service</i> . Keandalan atau kemampuan deteksi pada tingkat 90% atau lebih

Contoh Data Defect dan Nilai Risk Priority Number (RPN) ditampilkan pada Tabel 2.4 di bawah ini.

Tabel 2.4 Contoh Data Defect dan Nilai Risk Priority Number (RPN)
(Silvia dan Retno, 2022).

Defect	Jumlah Defect	Quantity Inspection	Quantity	Persentase Cacat	Persentase Kumulatif Cacat	S	O	D	RPN
Snagging	24	100	847	0,357%	3,540%	3	5	6	90
Slanted	3	155	1607	0,045%	0,442%	3	6	5	90
Run Off Stitch	152	930	10616	2,259%	22,419%	6	7	5	210
Not Same Width	19	175	2586	0,282%	2,802%	4	2	4	32
Bad Shape	23	205	2121	0,342%	3,392%	4	2	4	32
Fabric Defect	24	540	7000	0,357%	3,540%	7	2	3	42
Shading	16	317	5783	0,238%	2,360%	3	2	3	18
Unconsisten Margin	69	335	3774	1,026%	10,177%	4	5	6	120
Needle Hole	14	160	1661	0,208%	2,065%	6	2	5	60
Loose Stitch	30	130	988	0,446%	4,425%	3	6	5	90
Hi-Low	104	1069	14128	1,546%	15,339%	4	7	6	168
Bubbling	16	157	1772	0,238%	2,360%	2	5	4	40
Uneven Stitch	21	370	4145	0,312%	3,097%	3	2	7	42
Open Seam	18	130	948	0,268%	2,655%	7	3	4	84
Oil (Stain)	17	145	2775	0,253%	2,507%	4	2	5	40
Twisted	41	895	17794	0,609%	6,047%	4	5	4	80
Puckering	11	80	688	0,163%	1,622%	3	5	5	75
Skip Stitch	15	255	2591	0,223%	2,212%	5	3	5	75
Artwork Slanted	9	80	1000	0,134%	1,327%	4	4	5	80
Trimming	8	160	2040	0,119%	1,180%	1	8	3	24
Broken	12	80	680	0,178%	1,770%	5	4	4	80
Pleated	32	260	2230	0,476%	4,720%	3	3	5	45
Total	678	6728	87774	10,077%	100,000%				

2.6.3 PHA

Preliminary Hazard Analysis (PHA) merupakan metode analisis risiko yang bersifat semi kuantitatif yang dilakukan untuk:

- Mengidentifikasi semua bahaya dan kejadian kecelakaan potensial yang dapat menyebabkan terjadinya accident.
- Mengurutkan kejadian kecelakaan yang telah teridentifikasi berdasarkan tingkat keparahannya.
- Mengidentifikasi pengendalian bahaya yang dibutuhkan dan melakukan follow up.

PHA bertujuan untuk mengidentifikasi bahaya yang kemungkinan terjadi. Serta langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi pengendalian bahaya yang dibutuhkan dan melakukan tindak lanjut. Dengan dilakukan upaya ini diharapkan dapat memperkecil terjadinya risiko dari bahaya yang ditimbulkan. (Wimboro et al, 2019).

Beberapa variasi dari PHA sering digunakan dan terkadang terdapat beberapa nama lain seperti: Rapid Risk Ranking dan Hazard Identification (HAZID) (Rausand, 2005). PHA dapat berguna sebagai studi khusus risiko dalam tahap awal sebuah proyek (misalnya dalam sebuah plant baru). PHA mengidentifikasi dimana energi terlepas dan apa kejadian kecelakaan yang mungkin terjadi, dan memberikan estimasi tingkat keparahan setiap kejadian kecelakaan tersebut. Sebagai langkah khusus untuk analisis risiko yang detail dalam sebuah konsep sistem atau sistem yang telah ada. Tujuan dari PHA adalah untuk mengidentifikasi kejadian kecelakaan yang dapat terjadi dan analisis risiko yang lebih detail (Tabel 2.5). Apakah PHA akan menjadi analisis yang cukup baik itu tergantung dari kompleksitas sebuah sistem dan tujuan dari analisis tersebut (Rausand, 2005).

Tabel 2.5. Identifikasi Bahaya Menggunakan PHA Pada bengkel Las

No	Aktifitas/ kegiatan	Potensi bahaya	Sebab/sumber	Dampak/ konsekuensi	Pengendalian yang ada
1	Memotong pelat logam dengan mesin gergaji	Terkena percikan api	Pelat bersentuhan dengan gergaji yang berputar cepat	Dapat membakar kulit dan melubangi pakaian	Sarung tangan, Kacamata
		Terkena percikan scrap besi	Hasil dari proses pengergajian	Terkena mata, gangguan pengelihatan	Sarung tangan, Kacamata
		Terpotong	Melakukan proses pengergajian	Bagian tubuh ikut terpotong	Sarung tangan
		Tersengat Listrik	Proses menyalakan dan mematikan mesin	Fatality, Terluka	Pelindung Kabel, Sarung tangan, Sepatu Safety

2.6.4 HAZOP

HAZOP merupakan teknik yang digunakan untuk menganalisa bahaya pada suatu sistem baru maupun yang telah ada terhadap potensi bahaya yang kemungkinan akan terjadi. Analisa HAZOP bertujuan untuk mengevaluasi proses atau operasi secara sistematis untuk menentukan deviasi dari potensi bahaya. Metode HAZOP juga dapat diimplementasikan pada berbagai macam sistem yang atau plant yang memiliki potensi bahaya tinggi dengan menekankan bahwa bahaya merupakan peringatan awal agar sistem tetap dapat berjalan dengan lancar. Dalam proses pelaksanaan analisa HAZOP, data pendukung yang

digunakan didapat dari P&ID, data maintenance serta data proses dari suatu unit yang menjadi objek. Pelaksanaan analisa HAZOP melalui beberapa tahapan (Rausand, 2005), (Yogi, 2016).

Analisis kecelakaan kerja dapat dilakukan dengan menggunakan metode Hazard and Operability Study (HAZOP). HAZOP merupakan suatu teknik analisis bahaya yang digunakan dalam persiapan penetapan keamanan dalam sistem untuk keberadaan potensi bahaya. Tujuan dari penggunaan HAZOP untuk menentukan apakah proses penyimpangan dapat mendorong ke arah kejadian yang tidak di inginkan. Oleh karena itu tujuan dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi masalah K3, menganalisis potensi bahaya dan memberikan rekomendasi perbaikan dari masalah K3. (Maharani et al, 2018).

2.6.5 What-if/Checklist

Metode What-If/Checklist Analysis mengkombinasikan keistimewaan kreatifitas, brainstorming dari metode What-If Analysis dengan keistimewaan sistematis dari metode Checklist Analysis. Tujuan dari What-If/Checklist Analysis adalah untuk mengidentifikasi potensi bahaya, mempertimbangkan jenis insiden yang dapat terjadi dalam suatu proses atau aktivitas, mengevaluasi secara kualitatif dampak dari insiden tersebut, dan menentukan apakah bentuk perlindungan yang sesuai untuk diterapkan. Pada saat evaluasi potensi bahaya, member tim akan memberikan saran untuk mengurangi risiko pada saat operasional. Metode What-If/Checklist Analysis dapat digunakan pada setiap tahap proses. Tim evaluasi potensi bahaya menggunakan What-If/Checklist Analysis biasanya menggunakan tabel dari What-If Question, effect, safeguard and action item.

Prosedur analisis :

- 1 Mempersiapkan review
- 2 Mengembangkan daftar pertanyaan What-If
- 3 Menggunakan checklist
- 4 Mengevaluasi setiap pertanyaan dan masalah dan mendokumentasikan hasilnya (Yolanda et al, 2018) dan (John Wiley & Sons, 2008)

Checklist adalah suatu teknik analisis yang berisikan daftar item tertentu untuk mengidentifikasi jenis dari yang diketahui dari bahaya, kekurangan design

serta situasi kecelakaan potensial yang terkait dengan peralatan proses yang umum dan operasi. What-if adalah metode analisa bahaya curah pendapat yang terstruktur untuk menentukan hal-hal apa yang bisa salah, menilai dari kemungkinandan konsekuensi dari situasi-situasi yang terjadi. Jawaban atas pertanyaan ini akan membentuk dasar penilaian mengenai penerimaan resiko tersebut dan menentukan rekomendasi tindakan untuk resiko-resiko yang dinilai tidak dapat diterima. (Adhi, et al, 2019) (Wiley J, Sons 1999)

Tabel 2.6 What-if analysis untuk commissioning plant N83

WORKSHEET WHAT-IF ANALYSIS UNTUK ANALISA LANJUTAN DARI CHECKLIST			Tanggal : Mei 2017	
			Penyusun : Adhi Sudrajat	
No.	What – If	Hazard/Consequences	Safe guards	Rekomendasi
1.	Bagaimana jika instalasi listrik sudah dipasang belum sesuai dengan PUIL 2000?	Tidak dapat dipastikan pemasangan yang dilakukan telah sesuai dan dinyatakan aman	N/A	Melakukan pemeriksaan sesuai dengan PUIL 2000. Pemeriksaan dilakukan oleh personil yang sudah mendapatkan training kelistrikan khususnya memahami PUIL 2000.
2.	Bagaimana jika bahaya dari voltage belum dilakukan diidentifikasi?	Potensi terjadinya konsleting ataupun tersengat listrik masih besar.	N/A	Melakukan identifikasi bahaya dari voltage listrik. Pekerjaan dalam hal kelistrikan hanya boleh dikerjakan oleh personil yang sudah mendapatkan pelatihan atau berpengalaman.
3.	Bagaimana jika spesifikasi perlengkapan listrik yang terpasang belum sesuai dengan penempatan operasional?	Usia keandalan peralatan tidak dapat digunakan dalam jangka panjang	N/A	Melakukan pengecekan kesesuaian spesifikasi perlengkapan listrik sudah sesuai dengan penempatan operasional.
4.	Bagaimana jika semua program PLC belum dilakukan pengujian kesesuaian dengan yang dibutuhkan?	Terjadi ketidak sesuaian antara program yang dijalankan dengan kebutuhan produksi	N/A	Melakukan trial PLC untuk memastikan program yang terinstal telah sesuai dengan yang dibutuhkan.
5.	Bagaimana jika pada saat proses <i>commissioning</i> belum disediakan/dipasang alarm sebagai pengingat adanya situasi <i>emergency</i> ?	Tindakan penyelamatan kurang sigap sehingga dapat menimbulkan kerugian pada peralatan ataupun bagi pekerja	N/A	Menunda kegiatan <i>commissioning</i> sampai alarm selesai dipasang.
				Pemeriksaan Kesiapan Emergency Equipment pada saat <i>pra-commissioning</i> .
6.	Bagaimana jika pada saat proses <i>commissioning</i> volume alarm kurang terdengar?	Tindakan penyelamatan kurang sigap sehingga dapat menimbulkan kerugian pada peralatan ataupun bagi pekerja	N/A	Pemeriksaan Kesiapan Emergency Equipment pada saat <i>pra-commissioning</i> .

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Adapun tempat dilakukannya penelitian “Implementasi Metode FMEA Untuk Identifikasi Bahaya Pada Pembuatan Mesin Pencacah Rumput Kapasitas 200 Kg/proses” adalah di Laboratorium Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan.

3.1.2 Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian ini yaitu di mulai tanggal di sahkannya usulan judul penelitian oleh Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yaitu pada tanggal 27 Januari 2023 dan akan di kerjakan selama kurang lebih 6 bulan sampai di nyatakan selesai. Jadwal waktu dan kegiatan melakukan penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 jadwal dan kegiatan melakukan penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan judul						
2	Studi literatur						
3	Penyediaan alat dan bahan						
4	Penulisan proposal BAB 1 s/d BAB 3						
5	Seminar proposal						
6	Identifikasi bahaya Pembuatan Mesin Pencacah Rumput						
7	Menganalisa implementasi bahaya metode FMEA pada pembuatan mesin pencacah rumput						
8	Penulisan laporan akhir						
9	Seminar hasil dan sidang sarjana						

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

Adapun Bahan penelitian yang digunakan dalam Implementasi Metode

FMEA Untuk Identifikasi Bahaya Pada Pembuatan Mesin Pencacah Rumput Kapasitas 200 Kg/proses adalah bahan-bahan untuk pembuatan mesin pencacah tersebut. Data bahan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.2 dibawah ini.

Tabel 3.2 Bahan pembuatan mesin pencacah rumput kapasitas 200 Kg/Jam

No.	Nama Bahan	Keterangan
1	Besi Konstruksi Alat	Dimensi 800x600x800 (txbxL)
2	Besi profil U	Rangka
3	Besi Plat	Rangka
4	Stalbush	Rangka
5	Elektroda Las	Bahan pengelasan
6	Baut dan Mur	Sambungan
7	Plat	Untuk corong 3 mm
8	Pisau (<i>blade</i>) 2 buah	Panjang 400mm, lebar 70 mm
9	Rumah <i>blade</i>	Plat 4mm
10	Portable	Roda 4" buah
11	Power penggerak	Motor bensin 5PK (rencana)
12	Putaran Mesin	Maksimal 3000 rpm (rencana)

3.2.2 Alat Penelitian

Adapun alat penelitian yang digunakan dalam Implementasi Metode FMEA Untuk Identifikasi Bahaya Pada Pembuatan Mesin Pencacah Rumput Kapasitas 200Kg/proses adalah mengimplementasikan metode FMEA untuk mengidentifikasi bahaya pada penggunaan berbagai jenis peralatan utama pemesinan, peralatan bantu, peralatan ukur yang biasa dan umum digunakan pada workshop manufaktur dan pembuatan produk mesin pencacah rumput. Peralatan yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah seperti yang ditampilkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Peralatan yang digunakan

No.	Nama Alat	Jumlah	Keterangan
1	Mesin Bubut	1	Standard workshop
2	Mesin Las	1	Mesin las SMAW (listrik)
3	Mesin Bor	1	Mesin bor duduk, mesin bor tangan
4	Mesin Gerinda	1	Gerinda potong, gerindan tangan, gerinda duduk
5	Ragum	1	Standard workshop
6	Tang Jepit	1	Untuk menjepit saat proses pengelasan dan joining
7	Palu (<i>Hammer</i>)	1	Peralatan bantu workshop
8	Peralatan Ukur	1	Sigmat, siku baja
9	Brus Baja	1	Pembersih pengelasan



Gambar 3.1 Mesin Bubut



Gambar 3.2 Mesin Las



Gambar 3.3 Mesin Bor



Mesin gerinda



Mesin gerinda potong



Gambar 3.4 Mesin Gerinda



Gambar 3.5 Ragum



Gambar 3.6 Tang Jepit



Gambar 3.7 Palu (hammer)



Sigmat



Siku Baja

Gambar 3.8 Peralatan Ukur

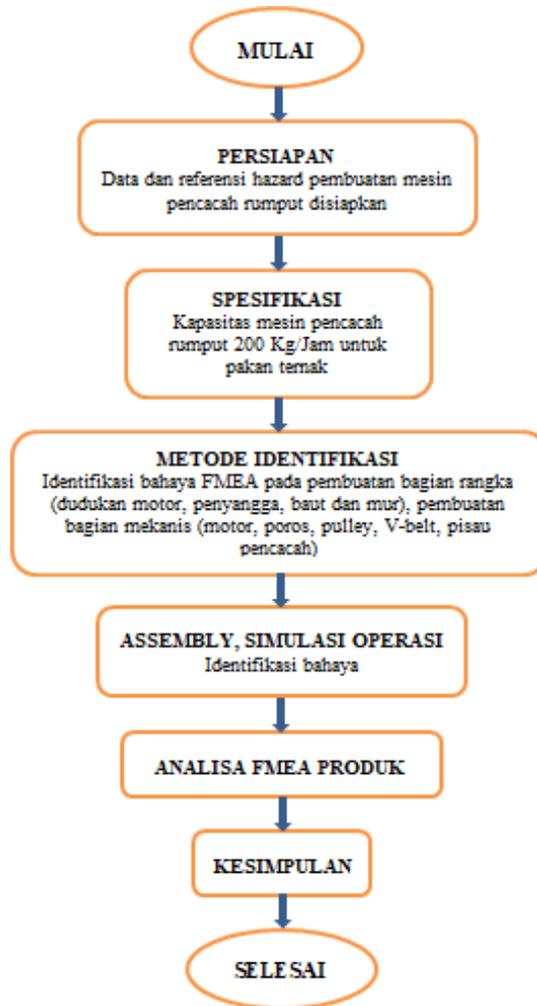


Gambar 3.9 Brus baja

3.3 Bagan Alir Penelitian

Uraian penelitian pada tugas akhir ini dapat dilihat pada bagan alir tahap dan prosedur penelitian pada Implementasi Metode FMEA Untuk Identifikasi

Bahaya Pada Pembuatan Mesin Pencacah Rumput Kapasitas 200 Kg/proses seperti pada Gambar 3.10.



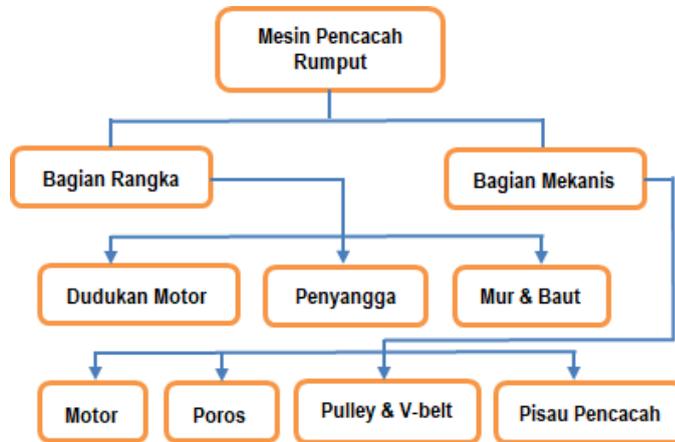
Gambar 3.10 Diagram Bagan Alir Penelitian

3.4 Rancangan Penelitian

Pada penelitian Implementasi Metode FMEA Untuk Identifikasi Bahaya Pada Pembuatan Mesin Pencacah Rumput Kapasitas 200 Kg/Proses ini adalah mengidentifikasi bahaya pada seluruh proses pembuatan mesin pencacah rumput dengan desain pada dimensi, bentuk, material yang digunakan mampu mencacah rumput pada setiap jamnya dengan kapasitas 200 Kg.

Pada penelitian Implementasi Metode FMEA Untuk Identifikasi Bahaya Pada Pembuatan Mesin Pencacah Rumput Kapasitas 200 Kg/Proses ini dilakukan dengan identifikasi bahaya pembuatan bagian utama terlebih dahulu

yaitu pada bagian rangka dan pembuatan bagian mekanis dan selanjutnya dapat dilihat seperti pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Rancangan pembuatan mesin pencacah rumput

3.5 Prosedur Penelitian

Adapun langkah-langkah Prosedur pada penelitian Implementasi Metode FMEA Untuk Identifikasi Bahaya Pada Pembuatan Mesin Pencacah Rumput Kapasitas 200 Kg/Proses adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi bahaya dengan metode FMEA pada pembuatan pada bagian utama dan pada komponen mesin pencacah rumput dengan peralatan proses manufaktur yang sudah ditentukan.
2. Lakukan urutan identifikasi bahaya dengan metode FMEA pada proses assembly bagian dan komponen mesin pencacah rumput dan tampilkan menjadi produk mesin pencacah rumput prosedur yang ditentukan
3. Lakukan identifikasi bahaya dengan metode FMEA pada simulasi operasi mesin pencacah rumput dengan kondisi yang sebenarnya.
4. Amati dan periksa hasil identifikasi bahaya dengan metode FMEA simulasi operasi mesin pencacah rumput dan mencatat data yang diperlukan terhadap hasil rancangan tersebut.
5. Mematikan semua alat yang digunakan setelah selesai mengambil semua data yang diperlukan.

BAB 4

IDENTIFIKASI BAHAYA

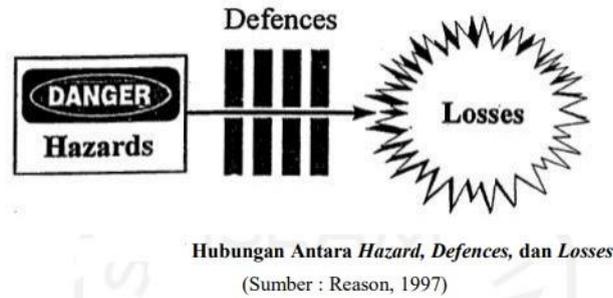
4.1 Identifikasi Bahaya Pada Proses Pembuatan Mesin Pencacah Rumput

Implementasi metode FMEA untuk identifikasi bahaya pada pembuatan mesin pencacah rumput (Gambar 4.1) Kapasitas 200 kg/Proses sebagai topik pembahasan pada penelitian ini dilakukan dengan mengidentifikasi proses apa saja yang dilakukan, dengan alat apa saja yang digunakan pada proses tersebut dan potensi bahaya yang mungkin terjadi pada pembuatan mesin pencacah rumput tersebut. Proses dan alat yang digunakan pada pembuatan mesin pencacah rumput Kapasitas 200 kg/proses dan potensi bahaya yang mungkin terjadi adalah seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.1.



Gambar 4.1 Pencacahan rumput untuk pakan ternak

Bahaya adalah sesuatu yang berpotensi merugikan, baik itu kerugian materi, immateri atau cedera, sakit dan kecelakaan. Bahaya harus dikendalikan dengan dapat mengidentifikasi sumber bahaya. Bahaya dapat menimbulkan risiko, dan risiko harus dinilai. Menilai risiko dapat dilakukan dengan membayangkan dampak yang timbul untuk mengetahui tingkat (*level*) risiko tersebut. Mengetahui *level* risiko dapat membuat pengendalian risiko dilakukan dengan lebih terkendali, komprehensif dan efektif.



Gambar 4.2 Hubungan antara hazard, defences dan Losses

4.1.1 Job Safety Analysis (JSA)

Menurut OSHA 3071 (2002), JSA merupakan analisis mengenai bahaya pekerjaan yang berfokus pada tugas pekerjaan guna mengidentifikasi bahaya sebelum terjadinya incident atau kecelakaan kerja. JSA memiliki fokus terhadap hubungan antara tugas, pekerja, alat, dan lingkungan kerja. Logikanya, setelah identifikasi bahaya yang tidak terkendali dilakukan, tindakan atau langkah-langkah untuk menghilangkan atau mengurangi bahaya ke tingkat risiko yang dapat diterima pekerja akan diambil. Dougherty (1999) mengatakan bahwa definisi dari JSA (Job Safety Analysis) adalah teknik analisis yang terdiri dari empat tahap sederhana, dimana digunakan untuk mengidentifikasi hazard yang memiliki hubungan dengan aktivitas pekerjaan seseorang serta guna mengembangkan pengendalian bahaya terbaik untuk mengurangi resiko. Selanjutnya, menurut Friend dan Kohn (2007), JSA juga merupakan sebuah bentuk teknik analisis yang mampu meningkatkan keseluruhan kinerja perusahaan melalui identifikasi dan perbaikan kejadian yang tidak diinginkan yang mampu mengakibatkan kecelakaan, penyakit, cedera, serta mengurangi kualitas dan produksi.

JSA memiliki manfaat sebagai metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisa bahaya dalam suatu pekerjaan, agar bahaya pada setiap jenis pekerjaan mampu dicegah dengan tepat serta efektif. Selain itu, JSA juga mampu membantu pekerja dalam memahami pekerjaan mereka secara lebih baik pada umumnya, dan khususnya dalam memahami potensi bahaya yang ada serta mampu terlibat langsung dalam mengembangkan prosedur pencegahan kecelakaan. Hal ini menyebabkan pekerja dapat berpikir tentang keselamatan terkait pekerjaan mereka. (Friend dan Kohn, 2007).

Tujuan dari *Job Safety Analysis* yakni guna mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, serta mengevaluasi langkah-langkah yang telah dilakukan untuk mengendalikan risiko. Dalam JSA, inspeksi tempat kerja dan 17 proses audit memiliki perbedaan. Dilakukannya pemeriksaan sistematis kondisi serta praktik kerja di tempat kerja untuk menentukan kesesuaiannya dengan prosedur perusahaan dan peraturan K3 yang telah ditentukan, merupakan inspeksi tempat kerja. Sedangkan audit merupakan proses pemeriksaan sistematis dari sistem manajemen keselamatan guna menentukan apakah aktivitas kerja serta hasil kerja sudah sesuai dengan kebijakan perusahaan yang telah direncanakan dan program yang ditetapkan. Selain dari deskripsi sebelumnya, audit juga turut mengevaluasi untuk menilai apakah program ini efektif dalam mencapai tujuan dan sasaran yang ditetapkan dalam kebijakan. (CCOHS, 2001).

Metode proaktif adalah cara proaktif atau mencari bahaya sebelum bahaya tersebut menimbulkan akibat atau dampak yang merugikan. (Soehatman Ramli, 2010). Berikut adalah beberapa kelebihan dari metode proaktif :

1. Bersifat preventif karena bahaya di kendalikan sebelum menyebabkan kecelakaan atau cedera.
2. Bersifat peningkatan berkelanjutan (*continual improvement*) karena dengan mengetahui bahaya dapat dilakukan upaya perbaikan.
3. Meningkatkan “*awareness*” semua pekerja setelah mengetahui dan mengenal adanya bahaya di sekitar tempat kerja.
4. Mencegah pemborosan yang tidak diinginkan, karena adanya bahaya dapat menyebabkan kerugian.

Pada pembuatan mesin pencacah rumput langkah yang dilakukan pertama kali adalah mengidentifikasi bahaya bukan pada satu saja proses yang akan dilakukan, tetapi seluruh proses yang akan dilakukan pada pembuatan mesin pencacah rumput dilakukan JSA. Hal ini dapat dilihat seperti pada Tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.1 JSA proses manufaktur pembuatan mesin pencacah rumput

Pekerjaan	Bahaya	Risiko	Pengendalian
Mengukur	Kondisi alat ukur yang tajam sisi	Tangan dan kaki terluka dan tertusuk	Ganti alat ukur dengan kondisi yang baik, bekerja dengan mematuhi SOP
Memotong	Disc gerinda potong terbuka, gerinda tangan dan gerinda duduk tidak ada cover safety, terkena percikan material	Tangan, badan dan kaki terluka	Ganti atau Pakai cover mesin gerinda dan bekerja sesuai SOP, Pakai APD
Membubut	Cover mesin bubut tidak ada, Rambut operator panjang, tangan terkena pahat	Terluka tangan, wajah, kepala, tangan berdarah	Perbaiki cover mesin bubut, pangkas rambut, pakai APD
Mengelas	Tidak ada APD, terkena gas las, terkena arus listrik, tersetrum, ergonomi pengelasan kurang baik	Mata buram, sakit tangan dan pinggang	Obati, pakai APD, perbaiki ergonomi bekerja, perbaiki posisi pengelasan
Pensettingan	Terkena sudut mesin, terkena palu	Tangan terluka gores, bengkak	Hati-hati bekerja dan ikuti SOP, pakai APD
Finishing	Terkena palu, terjepit, terkena sudut joining mesin	Jari atau tangan lebam, bengkak, luka	Hati-hati bekerja, perhatikan cara kerja masing-masing, pakai APD
Uji Coba atau simulasi	Terkena getar mesin, suara mesin yang tinggi	Terkejut, kehilangan pendengaran	Cari penyebab getaran dan suara mesin tinggi dan kurangi, pakai karet anti getar mesin



Mengebor



Menggerinda



Hand glove



Mengelas

Gambar 4.2 Pekerja pada pembuatan mesin pencacah rumput

Peralatan Safety atau peralatan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yang diperlukan dalam proses pembuatan mesin pencacah rumput ini adalah:

1. Sepatu safety (*safety shoes*)
2. Helm safety
3. Kaca mata safety (kaca mat alas)
4. Sarung tangan (*hand gloves*)
5. Ear plug

Proses dan alat yang digunakan pada pembuatan mesin pencacah rumput Kapasitas 200 kg/proses dan potensi bahayanya dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Proses dan alat yang digunakan pada pembuatan mesin pencacah rumput Kapasitas 200 kg/proses dan potensi bahaya

No.	Proses Pembuatan	Alat yang digunakan	Potensi Bahaya
1	Memotong	Gerinda potong, mesin gergaji, torch cutting	Tangan terbentur, kaki terbentur, tangan terkena panas atau terbakar
2	Membubut	Mesin bubut	Tangan terbentur, terjepit
3	Mengelas	Mesin las SMAW	Tangan terkena panas, tersetrum, terhirup gas
4	Memasang (<i>assembly</i>)	Mesin las, tang jepit, palu, baut mur, sekrup, bor duduk dan bor tangan	Tangan terkena panas, tersetrum, terhirup gas, Tangan terbentur, kaki terbentur
5	Proses akhir (<i>finishing</i>)	Mesin gerinda tangan	Tangan, kaki terluka, lecet
6	Uji coba operasi	Kunci-kunci, palu	Tangan, kaki terluka, lecet

Analisis FMEA memfokuskan pada penyebab kerusakan dan mekanisme terjadinya kerusakan. Ketika penyebab dan mekanisme kerusakan telah diidentifikasi untuk setiap failure mode, selanjutnya dapat diberikan saran untuk waktu pelaksanaan preventive maintenance, atau perencanaan monitoring untuk menurunkan failure rate. Sehingga bentuk kegagalan potensial (*potensial failure mode*) dapat ditekan melalui langkah-langkah antisipasi berdasarkan suatu prioritas. Dimana dalam menentukan skala prioritas yaitu

dengan mendapatkan nilai Risk Priority Number (RPN). Nilai RPN yang dihasilkan menunjukkan tingkat prioritas perbaikan untuk area atau komponen yang terdapat dalam sistem. Berikut ini adalah kriteria nilai consequences, exposure dan detection dengan nilai skala rating sampai dengan 5. Nilai ini berfungsi untuk mengkuantitatifkan efek dari setiap modus pada hasil FMEA. Dari nilai RPN akan menjadi acuan prioritas pengambilan keputusan dan tindakan perbaikan yang akan dilakukan.

Tabel 4.3 dibawah ini merupakan tabel yang menunjukkan frekuensi kecelakaan kerja di Workshop pembuatan Mesin Pencacah Rumput

Tabel 4.3 Frekuensi Kecelakaan Kerja Pembuatan Mesin Pencacah rumput

Jenis Kecelakaan Kerja	Frekuensi Kejadian (Kali)
Luka	6
Tangan Terpalu	2
Terpeleset	2
Iritasi mata akibat gas buang las	1
Tersetrum	1

4.2 Consequences

Consequences adalah tingkat keparahan atau keseriusan efek yang ditimbulkan oleh kegagalan itu sendiri. Pada penelitian kali ini nilai atau ranking severity diperoleh berdasarkan atas bagaimana suatu kecelakaan akan mempengaruhi proses selanjutnya dan bagaimana produk yang terjadi akibat kegagalan tersebut. Pada Tabel 4.4 dibawah ini akan menjelaskan penentuan nilai tingkat keparahan (*Consequences*) yang terjadi pada proses produksi di Workshop fabrikasi.

Tabel 4.4 Nilai *Consequences* pada proses Pembuatan Mesin Pencacah rumput

Item	Jenis Kecelakaan Kerja	Efek dari Kecelakaan Kerja	Consequences
Jari Tangan	Jari tergantung	Jari tangan tergantung plat saat memotong plat sehingga menyebabkan jari tangan sobek	1
	Jari tangan terkena penggaris siku-siku	Jari terkena penggaris siku-siku sehingga menyebabkan luka	1
Tangan	Tangan terkena panas atau terbakar	Tangan terbakar dapat menyebabkan luka bakar	1
	Tangan terjepit	Tangan dapat terluka	1
	Tangan terkilir	Dapat menyebabkan luka ringan seperti terkilir	1
	Tangan terpalu	Dapat menyebabkan tangan bengkak	1
	Tangan tersetrum	Dapat menyebabkan luka bakar	1
Kepala	Terkena spoon	Dapat menyebabkan kepala lecet	1

		dan lebam	
Kaki	Kaki terpeleset	Bias menyebabkan luka ringan seperti terkilir	1
Mata	Iritasi Mata akibat gas buang las	Mata menjadi perih dan dapat mengganggu proses penglihatan	1

4.3 Exposure

Exposure merupakan kejadian yang digunakan untuk mengukur seberapa sering efek tersebut oleh karena penyebab tertentu. Selain itu juga dapat digunakan untuk mengukur frekuensi terjadinya kecelakaan tersebut dan ini akan menjelaskan penentuan nilai tingkat kejadian (*Exposure*) pada proses produksi di Workshop Fabrikasi.

4.4 Detection

Detection merupakan tingkat deteksi atau tindakan pengendalian yang dilakukan oleh perusahaan terhadap kecelakaan-kecelakaan yang terjadi. Tabel 4.5 dibawah ini akan menjelaskan tentang penentuan nilai tingkat deteksi (*Likelihood*) pada proses produksi di Workshop Fabrikasi.

Tabel 4.5 penentuan nilai tingkat deteksi (*Likelihood*) pada Pembuatan Mesin Pencacah rumput

Item	Jenis Kecelakaan Kerja	Pengendalian Sekarang	Detection
Jari Tangan	Jari tergantung	Konsentrasi sangat dibutuhkan saat menggantung plat	1
	Jari tangan terkena penggaris siku-siku	Diperlukan kehati-hatian saat melakukan penandaan dan penyettingan material pekerjaan	5
Tangan	Tangan terkena panas atau terbakar	Diperlukan kehati-hatian dalam mengatur besar kecilnya api las yang digunakan	3
	Tangan terjepit	Konsentrasi dan sifat awas diperlukan terhadap perkakas dan benda-benda semitar	1
	Tangan terkilir	Diperlukan kehati-hatian dalam melaksanakan pekerjaan	3
	Tangan terpalu	Konsentrasi sangat diperlukan saat melakukan pekerjaan setting dan finishing	2
	Tangan tersetrum	Dilakukan pengecekan terlebih dahulu terhadap kondisi alat yang akan digunakan sebelum melakukan pekerjaan	5
Kepala	Terkena spoon	Diperlukan perhatian khusus terhadap alat-alat yang digunakan saat melakukan pekerjaan	5
Kaki	Kaki terpeleset	Konsentrasi sangat diperlukan dan	1

		minyak, material sisa pekerjaan dibersihkan dengan benar	
Mata	Iritasi Mata akibat gas buang las	Menggunakan kaca mata saat mengelas	5

4.5 Perhitungan RPN

Proses selanjutnya adalah menghitung risk priority number. Perhitungan ini dilakukan untuk dapat mengetahui kecelakaan yang mana yang harus diutamakan dalam tindakan korektif. Cara menentukan RPN adalah dengan mengalikan nilai *Consequences*, *Exposure* dan *Detection* secara berurutan. Tabel 4.6 berikut akan menjelaskan perhitungan nilai RPN secara detail

Tabel 4.6 Perhitungan Nilai RPN

Jenis Kecelakaan Kerja	<i>Consequences</i>	<i>Exposure</i>	<i>Likelihood</i>	RPN
Jari tergantung	1	2	1	2
Jari tangan terkena	1	5	5	25
Tangan terkena panas atau terbakar	1	5	3	15
Tangan terjepit	1	2	1	2
Tangan terkilir	1	5	3	15
Tangan terpalu	1	2	2	4
Tangan tersetrum	1	5	5	25
Kepala terkena spoon	1	5	5	25
Kaki terpeleset	1	1	1	1
Iritasi mata	1	5	5	25

Setelah dilakukan perhitungan nilai RPN seperti yang telah dijelaskan pada tabel, langkah selanjutnya adalah mengurutkan jenis kecelakaan kerja berdasarkan nilai RPN terbesar sampai yang terkecil. Hal ini ditujukan agar dapat memudahkan dalam pelaksanaan prioritas tindakan korektif pada jenis kecelakaan kerja yang memiliki resiko terbesar.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Implementasi metode FMEA untuk identifikasi bahaya pada pembuatan mesin pencacah rumput Kapasitas 200 kg/Proses sebagai topik pembahasan pada penelitian ini dilakukan dengan mengidentifikasi proses apa saja yang dilakukan, dengan penelitian ini dapat mengetahui:

1. bahaya pada proses k3 terhadap pembuatan mesin pencacah rumput.tangan terbentur kaki terbentur tangan terkena panas atau terbakar.
2. mengetahui bahaya sistem k3 pada sistem transmisi pada mesin.mengetahui bahaya letak motor yang tidak aman.dengan menempatkan motor, pully dan pisau di sesuai kan letak body mesin.
3. mengetahui keamanan produksi dari mesin.dengan setelah di produksi dari mesin rumput yang di cacah baik untuk di konsumsi oleh peternak.
4. mengetahui sistem kerja yang safety pada pengoprasian mesin pencacah rumput.dalam pengoprasian mesin di harus kan menggunakan atribut yang aman dan nyaman seperti kaca mata,sepatu pakaian dan sarung tangan yang safety.

5.2 Saran

- Selalu menjaga kebersihan mesin terutama pada bagian pisau pencacah
- karena mesin pencacah rumput ini merupakan modifikasi dari mesin yang sudah ada mungkin untuk mengembangkan dan pengadaan perbaikan sangat terbuka lebar.

DAFTAR PUSTAKA

- https://www.picturethisai.com/id/wiki/Paspalum_dilatatum.html [diakses tanggal 30/3/2023]
- <http://mesin.ft.unp.ac.id/?p=1065> [diakses tanggal 1/4/2023]
- Agung Kristanto, (2011), Proses Manufaktur, Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta
- Adhi Sudrajat, Adhi Setiawan, dan Nora Amelia Novitrie, (2019), Analisis Potensi Bahaya Dengan Metode Checklist dan What-If Analysis Pada Saat Commissioning Plant N83 Di PT. Gas Industri, Proceeding 1st Conference on Safety Engineering and Its Application, ISSN No. 2581 – 1770
- Agus Rachmat, Erwin Al Hafizh, Tri Muji Ermawati, (2019), Pupuk Organik Hayati: Aplikasi untuk Budi Daya Hijauan Pakan Ternak, Padi Gogo, dan Sayuran, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Pusat Penelitian Bioteknologi, LIPI Press.
- Antonius Alijoyo, Bobby Wijaya, Intan Jacob, (2020), 31 Teknik Penilaian Risiko Berbasis ISO 31010, Failure Mode Effect Analysis, Analisis Modus Kegagalan dan Dampak, CRMS, Bandung, Indonesia
- CCPS.2008.Guidelines for Hazard Evaluation Procedures.3rded.John Wiley & Sons
- Henri Ponda, Nur Fadilah Fatma, (2020), Identifikasi Bahaya, Penilaian Dan Pengendalian Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Departemen Foundry PT. Sicamindo, Jurnal Teknik Industri, ISSN 1693-8232
- John Wiley & Sons. (2008). Guidelines for Hazard Evaluation Procedures
- Maharani Ratri Windy Sabrina, Yusuf Widharto, (2018), Analisis Potensi Bahaya Dengan Metode Hazard And Operability Study Melalui Perangkingan Risk Assessment Studi Kasus: Divisi Spinning Unit 4 Ring Yarn PT Apac Inti Corpora, Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
- Mott, Robert L. 2004. Machine Elements in Mechanical Design : Fourth Edition New Jersey : pearson Education
- Muhammad Arifiyanto (2012), Perancangan Mesin Pencacah Rumput Pakan Ternak, Skripsi, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta
- Rahmatullah, Bobby Umroh, Arfis Amiruddin, Ahmad Marabdi Siregar (2022), Implementasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Aktivitas Fabrikasi (Pengelasan, Pemotongan, Penggerindaan) di Kota Medan, Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi, Vol. 5, No.2, September 2022, Hal: 175-185, <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME>
- Ratna Dewi (2021), Rancang Bangun Mesin Pencacah Rumput Ternak dengan Menggunakan Pisau Strip, Skripsi, Program Studi Teknik Pertanian,

Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Mataram

- Rausand, M. (2005). Preliminary Hazard Analysis. October, 1–36. <http://doi.org/10.1002/9781118790021.ch8>
- Ridley John, (2006). Kesehatan Dan Keselamatan Kerja. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Silvia Dhea Safira dan Retno Wulan Damayanti, (2022), Analisis Defect Produk dengan Menggunakan Metode FMEA dan FTA untuk Mengurangi Defect Produk (Studi Kasus: Garment 2 dan Garment 3 PT Sri Rejeki Isman Tbk), Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta, Seminar dan Konferensi Nasional IDEC 2022, ISSN: 2579-6429
- Sri Rejeki (2016), Kesehatan dan Keselamatan Kerja, Modul Bahan Ajar Cetak Farmasi, Pusdik SDM Kesehatan, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia
- Suga Kiyokatsu & Sularso. (1997). Dasar Perencanaan Dan Pemulihan Elemen Mesin. Jakarta : Pradnya Paramita .
- Syahrir Arief (2015), Rancang Bangun Mesin Pencacah Rumput Gajah, Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV), MT 37, Banjarmasin, 07 – 08 Oktober 2015
- Triwibowo, Cecep & Pusphandini, Erlysa M., (2013). Kesehatan Lingkungan Dan K3. Yogyakarta: Nuha Medika
- Tunggul Ferry Sitorus (2016), Budidaya Hijauan Makanan Ternak Unggul untuk Pakan Ternak Ruminansia, Pengabdian Masyarakat, Fakultas Peternakan, Universitas HKBP Nommensen.
- Wimboro Galasakti Prabowo, Wibowo Arninpuetranto, dan Adhi Setiawan, (2019), Identifikasi Bahaya Dengan Metode Preliminary Hazard Analysis (PHA) Pada Bengkel/Lab Serta Pembuatan Sistem Informasi UPI K3 dan Pelaporan Kecelakaan (Studi Kasus di PPNS), Proceeding 1st Conference on Safety Engineering and Its Application, ISSN No. 2581 – 1770
- Yogi Arif Cahya N (2016), Implementasi Metode Hazop Dalam Proses Identifikasi Bahaya Dan Analisis Risiko Boiler Di Pg Gempol Krep Ptpn 10 Mojokerto, Skripsi, Jurusan Teknik Fisika Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
- Yolanda Mei Septa Ghina, Rona Riantini, dan Hendro Agus Widodo, (2018), Analisis Bahaya Listrik Menggunakan Metode What If/Checklist Analysis, Proceeding 2nd Conference On Safety Engineering, ISSN No. 2581–1770

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Implementasi Metode FMEA Untuk Identifikasi Bahaya Pada Pembuatan Mesin Pencacah Rumput Kapasitas 200 Kg/Jam

Nama : Halimuddin
NPM : 1907230145

Dosen Pembimbing 1 : Rahmatullah, ST., M.Sc. IPM. ASEAN Eng.
Dosen Pembimbing 2 : -----

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
----	--------------	----------	-------



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila mengiwh surat ini agar diabukan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1913/SK/BAN-PT/Ak.KP/PT/XI/2022
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
https://fatek.umsu.ac.id fatek@umsu.ac.id umsumedan umsumedan umsumedan umsumedan

Nomor : 568/IL.3-AU/UMSU-07/F/2023
Lamp : -
Hal : Undangan Sidang Tugas Akhir
Jurusan Teknik Sidang
Kepada : Yth.Sdr.

Medan 03 Rabiul Awwal 1445 H
18 September 2023

- 1. Rahmatullah ST, MSc Asean Eng (Dosen Pembimbing)
- 2. Assoc Prof Ir Arfis Amiruddin, MSi (Dosen Penguji - I)
- 3. Ahmad Marabdi, ST, MT (Dosen Penguji - II)

di-

Medan.

Bismillahirrahmanirrahim.
Assalamu'alaikum Wr.Wb

Dengan hormat, sesuai dengan Rekomendasi Ka. Prodi Teknik Mesin Tanggal 26 Agustus 2023 tentang dosen Pembimbing Tugas Akhir maka melalui surat ini kami mengundang Saudara untuk menghadiri SIDANG Tugas Akhir, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara atas nama mahasiswa yang tersebut di bawah ini:

Nama : Halimuddin
NPM : 1907230145
Jurusan : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : **Implementasi Metode FMEA Untuk Identifikasi Bahasa Pada Pembuatan Mesin Pencacah Rumput Kapasitas 200 Kg/ jam**

InsyaAllah akan dilaksanakan pada :
Hari / tanggal : Sabtu/ 23 September 2023
Waktu : 10.00 Wib S/D Selesai
Tempat : Fakultas Teknik UMSU
Jalan Mukhtar Basri No.: 03 Medan.

Demikian undangan ini kami sampaikan atas perhatian saudara kami ucapkan terima kasih. Akhirnya selamat dan sejahteralah kita semua Amin.

Wassalam,
Dekan


Munawar Alfansury Siregar, ST, MT
NIDN: 0101017201



**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK Mesin
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2022 – 2023**

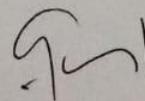
Peserta seminar
 Nama : Halimuddin
 NPM : 1907230145
 Judul Tugas Akhir : Implementasi Metode Fallure Modes And Effects Anallsis (FMEA)
 Untuk Identifikasi Bahaya Pada Pembuatan Mesin Pencacah Rumput
 Kapasitas 200 Kg/Jam

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: Rahmatullah, ST, M.Sc	:
Pembanding – I	: Ir. Arfis Amiruddin, M.Si	:
Pembanding – II	: Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT	:

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1907230042	HOT DAME SYORITUA-G.	Hot
2	1907230181	M. YUSDA MARSADARAMBE	Yusda
3	1907230199	Amrizal Ramadhan	Amrizal
4	1907230082	Muhammad Afif Fadillah	Afif
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 22 Shafar 1445 H
07 September 2023 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

Nama : Halimuddin
NPM : 1907230145
Judul Tugas Akhir : Implementasi Metode Failure Modes And Effects Analysis (FMEA)
Untuk Identifikasi Bahaya Pada Pembuatan Mesin Pencacah Rumput
Kapasitas 200 Kg/Jam

Dosen Pembanding - I : Ir. Arfis Amiruddin, M.Si
Dosen Pembanding - II : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT
Dosen Pembimbing - I : Rahmatullah, ST, M.Sc

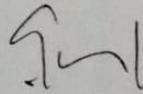
KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (colloquium)
- ② Dapat mengikuti sidang sarjana (colloquium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
 - Perbaiki hasil sesuaikan dgn prosedur
 - Perbaiki dgn dokumentasi
 - Perbaiki kesimpulan sesuaikan dgn
 -
 -
 -
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....

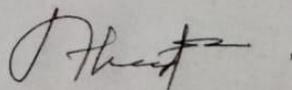
Medan 22 Shafar 1445 H
07 September 2023 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- II



Chandra A Siregar



Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Halimuddin
NPM : 1907230145
Judul Tugas Akhir : Implementasi Metode Failure Modes And Effects Analysis (FMEA)
Untuk Identifikasi Bahaya Pada Pembuatan Mesin Pencacah Rumput
Kapasitas 200 Kg/Jam

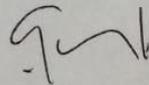
Dosen Pembanding – I : Ir. Arfis Amiruddin, M.Si
Dosen Pembanding – II : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : Rahmatullah, ST, M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
Kut - kusen trapdoor, panel alumunium, FMEA Analisis / T. Coar
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....

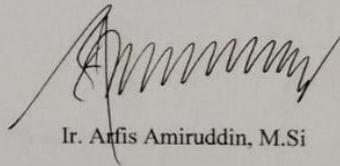
Medan, 22 Shafar 1445 H
07 September 2023 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar ST.MT

Dosen Pembanding- I



Ir. Arfis Amiruddin, M.Si

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama : Halimuddin
Tempat/Tgl. Lahir : Muara Mais, 03 November 2000
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Warganegara : Indonesia
Alamat : Muara Mais Parkandangan
No. Telp/Hp : 0813-6013-8805
Email : halimlubis74@gmail.com

DATA ORANG TUA

Ayah : Sakti Lubis
Ibu : Suplaini
Alamat : Muara Mais Parkandangan

PENDIDIKAN FORMAL

Sekolah Dasar : SDN 15 Ranah Batahan
Sekolah Menengah Tingkat Pertama : MTs-IB Silaping
Sekolah Menengah Tingkat Atas : MAS-IB Silaping
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU)