

**PERANCANGAN ALAT PENGHANCUR SAMPAH DARI SISA
DAPUR RUMAH TANGGA UNTUK BAHAN PUPUK CAIR**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin
Universitas Islam Riau*



OLEH :

RICHAD SARAGIH
13.331.0421

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2020

PERANCANGAN ALAT PENGHANCUR SAMPAH DARI SISA DAPUR RUMAH TANGGA UNTUK BAHAN PUPUK CAIR

Rihcad Saragih, Syawaldi

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Univeritas Islam Riau
Jl. Kaharuddin Nasution Km 11 No. 113 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru

Telp. 0761 – 674635 Fax. (0761) 674834

Email : rihcadsaragih@student.uir.ac.id

ABSTRAK

Sampah adalah sisa buangan dari makhluk hidup atau sisa produk yang sudah tidak digunakan lagi, tetapi masih dapat didaur ulang menjadi barang yang bernilai atau yang bermanfaat. Sampah organik yaitu sampah yang berasal dari sisa makhluk hidup yang mudah terurai secara alami tanpa proses campur tangan manusia untuk dapat terurai. Sampah organik adalah sampah organik yang sedikit mengandung air. Contoh sampah organik basah yaitu kayu, sisa-sisa sayuran, kulit buah dan cangkang telur. Kebanyakan sampah organik sulit diolah kembali jadi lebih di buang begitu saja. Pada umumnya masyarakat lebih memilih untuk menimbun atau membuangnya ke tempat penampungan sampah sehingga tidak dapat dipakai menjadi pupuk kompos dan menyebabkan bau yang mengakibatkan udara di sekitarnya tercemar. Alat/mesin ini dirancang untuk meminimalisir jumlah sampah dapur rumah tangga atau dibuang percuma agar dapat dimanfaatkan demi keseimbangan lingkungan. Selain itu untuk mempermudah pekerjaan memproses daun kering dalam jumlah skala sedang sampai besar lebih efektif dan efisien. Dalam pembuatan sebuah alat/mesin pencacah sampah sisa dapur rumah tangga ini dibutuhkan pemilihan bahan yang tepat, sehingga alat/mesin ini mampu bekerja secara optimal. Serta pengoprasiannya sangat sederhana, agar semua orang dapat menggunakan alat/mesin tersebut. Di samping itu, dalam pemilihan bahan yang tepat akan dihasilkan alat atau mesin yang baik pula dilihat dari segi kekuatan maupun keawetan alat/mesin tersebut. Untuk mencapai hal tersebut, maka dalam perancangan sangat dibutuhkan ketelitian dan perancangan yang matang. Agar bahan-bahan yang dipilih tepat dan alat/mesin yang dihasilkan lebih efektif dan efisien. Serta alat/mesin yang dipilih tepat dan alat/mesin yang dihasilkan lebih efektif dan efisien. Serta alat/mesin yang akan dirancang mampu beroperasi secara maksimal dan baik. Di samping itu, dengan perencanaan yang matang akan menghasilkan hasil yang diinginkan. Dimana alat yang akan dirancang yaitu mesin penghancur sampah dari sisa dapur rumah tangga untuk bahan pupuk cair yang bertujuan untuk memanfaatkan sampah sampah sisa dapur rumah tangga menjadi barang yang berguna .

Kata kunci: Sampah dapur rumah tangga, Mesin Penghancur.

DESIGN OF WASTE DEVELOPMENT DEVICES FROM HOUSEHOLD KITCHEN FOR LIQUID FERTILIZER

Rihcad Saragih, Ir. Syawaldi, M.Sc

Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Riau Islamic University

Jl. Kaharuddin Nasution Km 11 No. 113 Marpoyan stop, Pekanbaru

Tel. 0761 - 674635 Fax. (0761) 674834

Email: rihcadsaragih@student.uir.ac.id

ABSTRACT

Garbage is waste from living things or products that are no longer used, but can still be recycled into valuable or useful items. Organic waste is waste originating from living things that is easily decomposed naturally without human intervention to process. can be decomposed. Organic waste is organic waste that contains little water. Examples of wet organic waste include wood, vegetable scraps, fruit bunches and egg shells. Most organic waste is difficult to reprocess so it's more just to throw away. In general, the community prefers to pile up or throw it in a garbage collection place so that it cannot be used as compost and causes an odor which causes the air around it to be polluted. This tool / machine is designed to minimize the amount of household kitchen waste or throw it away so that it can be used for environmental balance. In addition, to facilitate the work of processing dry leaves on a medium to large scale, it is more effective and efficient. In making a household kitchen waste counter machine, it is necessary to choose the right materials, so that this tool / machine can work optimally. And the operation is very simple, so that everyone can use the tool / machine. In addition, in selecting the right material, a good tool or machine will be produced in terms of strength and durability of the tool / machine. To achieve this, the design is needed accuracy and careful design. So that the materials chosen are right and the resulting tool / machine is more effective and efficient. As well as the right selected tool / machine and the resulting tool / machine is more effective and efficient. As well as the tools / machines to be designed to be able to operate optimally and well. In addition, careful planning will produce the desired results. Where the tool to be designed is a garbage crushing machine from household kitchen scraps for liquid fertilizer which aims to utilize household kitchen waste into useful items.

Key words: Household kitchen waste, crusher machine.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah Swt atas seluruh rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir (TA) di kampus Universitas Islam Riau, Beserta penelitian dengan judul **Perancangan Alat Penghancur Sampah Dari Sisa Dapur Rumah Tangga Untuk Bahan Pupuk Cair**. Sesuai dengan jadwal yang telah di tentukan

Penelitian tugas akhir (TA) ini merupakan salah satu syarat untuk memenuhi persyaratan akademis dalam rangka meraih gelar keserjanaan di program studi teknik mesin fakultas teknik universitas islam riau. Dalam menyelesaikan tugas akhir (TA) ini. penulis banyak mendapatkan bantuan bimbingan dan petunjuk dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Kedua Orangtua yang telah memberi dukungan baik moril maupun materil.
2. Bapak Ir.Syawaldi, M.Sc, Selaku ketua program studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Bapak Ir.Syawaldi, M.Sc,, Selaku pembimbing penelitian tugas akhir program studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
4. Dosen-dosen di program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau atas ilmu dan dorongannya dalam menyelesaikan laporan ini.
5. Serta tidak lupa pula kepada teman-teman dan senior-senior di Fakultas Teknik Mesin, Universitas Islam Riau dan kepada seluruh pihak baik

secara langsung maupun tidak langsung dalam membantu dan memberikan kontribusinya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan baik.

Akhirnya dengan berbagai kekurangan yang terdapat dalam pembuatan laporan ini penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak dan penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun kepada seluruh pembaca demi kesempurnaan laporan ini di masa yang akan datang. Besar harapan penulis semoga laporan ini bermanfaat bagi penulis sendiri maupun pembaca Amin Ya Rabbal ‘alamin.

Pekanbaru , Oktober 2020

RICHAD SARAGIH

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR NOTASI.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batasan Masalah.....	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Masalah	4
1.5 Manfaat	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Sampah	6
2.2 Kompos	6
2.3 Bahan Sisa Dapur	7
2.4 Pupuk Cair dan Pupuk Padat.....	7
2.5 Manfaat Pupuk Cair	9
2.6 Perancangan	9

2.7 Mesin Penghancur Sampah Bahan Sisa Dapur	11
2.8 Motor Penggerak	12
2.9 Kecepatan Sudut dan Kecepatan Potong	13
2.10 Gaya dan Daya	14
2.11 Perancangan Poros	16
2.12 Kerangka Mesin	23
2.13 Pengelasan	24
2.14 Faktor Yang Mempengaruhi dan Mengontrol Proses Pengomposan	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1. Konsep Pembuatan Alat	27
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.3. Diagram Alir Rancangan	28
3.4. Sketsa Perancangan	29
3.5. Pemilihan Bahan	30
3.6. Bahan dan Alat	30
3.7. Langkah Pengerjaan Mesin Penghancur	39
3.8. Metode Pengambilan Data	41
3.9. Jadwal Kegiatan Penelitian	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Motor Penggerak	42
4.2 Spesifikasi Alat Penghancur Sampah	42
4.3 Poros	44
4.4 Gaya Pisau Penghancur dan Gaya Total	49

4.5 Kecepatan Potong Poros Pada Pisau 52

4.6 Bantalan 53

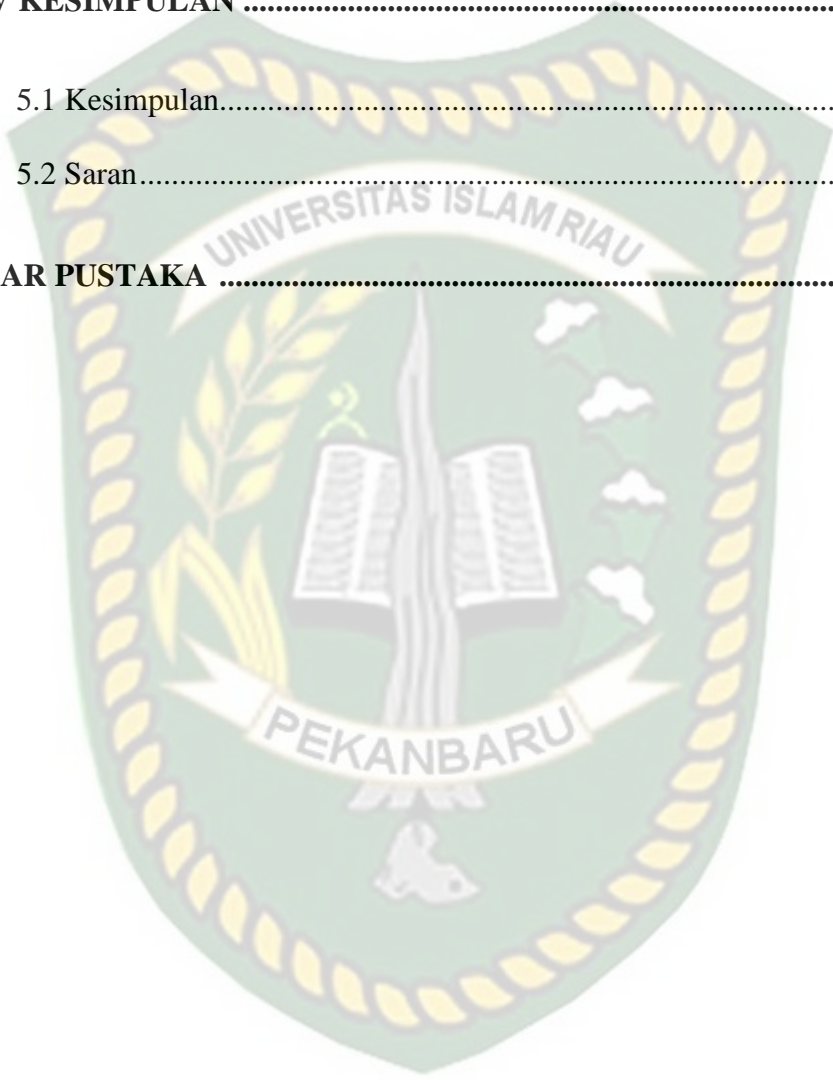
4.7 Kapasitas Produksi 54

BAB V KESIMPULAN 59

5.1 Kesimpulan..... 59

5.2 Saran..... 59

DAFTAR PUSTAKA 60



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

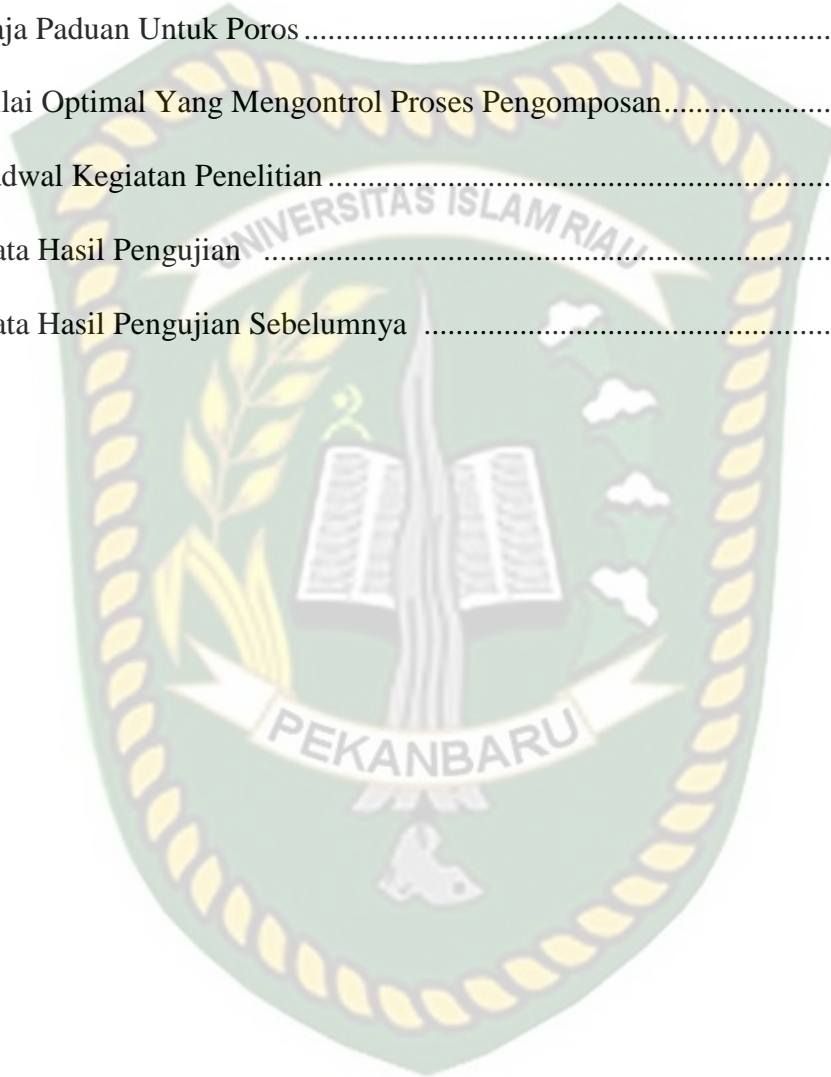
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bor Tangan.....	12
Gambar 2.2 poros	16
Gambar 2.3 las busur	25
Gambar 3.1 Diagram alir rancangan	28
Gambar 3.2 sketsa perancangan.....	29
Gambar 3.3 plat besi	30
Gambar 3.4 Elektroda	31
Gambar 3.5 besi angker.....	31
Gambar 3.6 cat	32
Gambar 3.7 tiner	32
Gambar 3.8 mata pisau.....	33
Gambar 3.9 poros.....	33
Gambar 3.10 bor tangan	34
Gambar 3.11 mesin las	34
Gambar 3.12 jangka sorong	35
Gambar 3.13 meteran	35
Gambar 3.14 gerinda tangan	36
Gambar 3.15 bor tangan	36
Gambar 3.16 penggaris siku.....	37
Gambar 3.17 amplas	37
Gambar 3.18 timbangan	38

Gambar 3.19 stopwach.....	38
Gambar 3.20 alat penghancur sampah dari sisa dapur.....	40
Gambar 3.21 mata pisau penghancur sampah	40
Gambar 4.1 Motor penggerak	42
Gambar 4.2 spesifikasi tabung alat penghancur	43
Gambar 4.3 spesifikasi mata pisau	43
Gambar 4.4 Grafik hubungan berat dan waktu.....	56
Gambar 4.5 grafik hubungan berat dan waktu	57
Gambar 4.6 bahan sisa dapur sebelum di cacah.....	58
Gambar 4.7 bahan sisa dapur setelah di cacah	58

DAFTAR TABEL

2.1 Baja Karbon Untuk Konstruksi	20
2.2 Baja Paduan Untuk Poros	20
2.3 Nilai Optimal Yang Mengontrol Proses Pengomposan.....	26
3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian	41
4.1 Data Hasil Pengujian	55
4.2 Data Hasil Pengujian Sebelumnya	56



DAFTAR NOTASI

Keterangan	SIMBOL	SATUAN
Gaya	F	N
Volume	V	m ³
Percepatan gravitasi	g	m/s ²
Massa jenis	ρ	g/cm ³
Massa	m	g
Kecepatan	V	m/s
Kecepatan sudut	ω	rad/s
Daya	P	kW
Daya Rencana	Pd	kW
Putaran	n	rpm
Faktor Koreksi	fc	
Torsi	T	kg.mm
Tegangan Poros izin	τ_a	kg/mm ²
Kekuatan Tarik Bahan	τ_b	kg/mm ²
Faktor Keamanan	sf_1, sf_2	

Diameter Poros	d_s	mm
Faktor Koreksi	K_t, C_b	
Jari-Jari	r	mm
Tegangan Geser Poros	τ	kg/mm ²
Umur rancangan	h	jam
Momen	T	kg.m
Putaran Poros	n_p	rpm
Waktu	t_e	detik



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di era pembangunan ini, khususnya di sektor industri, segala sesuatu harus cepat, tepat dan efisien. Oleh karena itu, industri perlu mengamankan talent yang berkualitas untuk mengimbangi kemajuan teknologi, khususnya di sektor industri. Seseorang perlu memiliki keahlian di bidang tertentu agar seseorang dapat ditempatkan dan membantu. Selain itu, kemajuan teknologi berdampak signifikan terhadap produksi.

Semakin cepat teknologi yang digunakan, semakin cepat pula industri itu sendiri berproduksi, yang tidak hanya meningkatkan kecepatan dan kuantitas produksi, tetapi juga kualitas dan kuantitas produk yang dihasilkan. Oleh karena itu untuk mengontrol kualitas produk yang dihasilkan, kualitas mesin produksi juga sangat penting. Dalam industri, masyarakat juga harus lebih aktif dan kreatif. Seseorang perlu memiliki kemampuan untuk mengembangkan produk lebih lanjut. Untuk mencapai kemajuan dan perkembangan industri itu sendiri. Sangat sulit untuk membangun atau membuat alat / mesin baru. Seseorang harus kreatif dan memiliki ide-ide yang kuat dan spiritual untuk mengekspresikan ide-ide ini.

Semakin ketat industri, semakin cepat dan akurat semua pekerjaan yang dibutuhkan. Salah satunya adalah proses produksi daur ulang. Umumnya, proses daur ulang dilakukan untuk mengurangi polusi dan limbah, dan untuk membuat produk yang tidak bernilai ekonomis menjadi berharga dan berguna. Pemotong daun kering otomatis dibuat dari proses daur ulang dan dapat digunakan dengan

sangat praktis dan efisien, memanfaatkan peluang untuk berinovasi. Umumnya alat / mesin ini digunakan untuk merajang daun dari ukuran besar atau sedang menjadi potongan kecil atau halus dan dapat dengan mudah diuraikan menjadi kompos seperti tanaman hias.

Desain alat atau mesin pencacah daun kering ini didedikasikan untuk merajang hingga 1-2 kg daun kering. Hal ini dikarenakan kapasitas alat / mesin ini tidak cukup untuk aplikasi menangani beban yang sangat besar. Apabila merajang sebuah sampah seberat 5 kg, anda dapat mengolahnya 2-3 kali secara rutin bukan sekaligus untuk mencegah kerusakan motor dan pisau alat / mesin ini. Secara umum, orang lebih suka menyimpan daun kering di garpu tala, dipotong-potong, atau dibakar langsung untuk digunakan sebagai kompos untuk menghindari polusi udara. Alat / mesin ini dirancang untuk meminimalkan jumlah daun yang dibakar atau dibuang untuk digunakan dalam keseimbangan lingkungan. Selain itu lebih efektif dan efisien untuk mempermudah tugas pengolahan daun kering dalam skala sedang sampai besar. Saat membuat mesin perajang daun kering, Perlu memilih bahan yang tepat agar alat / mesin bekerja dengan baik. Ini juga sangat mudah digunakan sehingga siapa pun dapat menggunakan alat / mesin tersebut. Selain itu, pemilihan material yang tepat akan menciptakan alat atau mesin yang unggul dalam kekuatan dan ketahanan alat / mesin.

Untuk mencapai hal ini diperlukan perencanaan dan desain yang cermat. Pastikan bahan yang Anda pilih sudah benar dan alat / mesin yang dihasilkan lebih efektif dan efisien. Serta alat / mesin yang didesain harus dapat bekerja

secara optimal dan baik. Selain itu, perencanaan yang matang akan memberikan hasil yang diinginkan.

1.2. Batasan Masalah

Melihat banyaknya permasalahan dalam pembuatan alat / mesin sederhana untuk memotong sisa dapur, maka penulisan laporan ini difokuskan pada permasalahan perancangan alat / mesin sederhana untuk memotong sisa dapur. Jadi, pembahasan dalam penulisan laporan ini lebih terarah dan detail.

1.3. Rumusan Masalah

Anda dapat menggambar rumusan masalah berdasarkan batasan masalah :

1. Bagaimanakah mendapatkan desain dari alat penghancur sampah dari sisa dapur rumah tangga?
2. Bagaimana mendapatkan hasil kapasitas produksi dari alat penghancur sampah dari sisa dapur rumah tangga?

1.4. Tujuan Masalah

Tujuan perancangan alat penghancur sampah dari sisa dapur rumah tangga berdasarkan rumusan masalah di atas adalah :

1. Merancang alat penghancur sampah yang Lebih praktis atau lebih mudah digunakan dan hemat energi.
2. Mendapatkan hasil kapasitas produksi dari alat penghancur sampah dari sisa dapur rumah tangga.

1.5. Manfaat

Keunggulan dari mendesain alat / mesin ini adalah :

1. Anda dapat mendorong tumbuhnya industri kecil dengan menciptakan alat / mesin yang sederhana, praktis dan efisien.
2. Bias meminimalisir jumlah penggunaan pupuk kimia atau pupuk non organik.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistem penulisan dan penjelasan umum yang tercakup dalam setiap bab adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Berisikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Landasan teori terdiri dari pembahasan teori-teori yang mendasari desain yang sedang dibuat.

BAB III : METODELOGI PENELITIAN

Menjelaskan tentang perancangan, alat dan bahan, langkah pengerjaan alat penghancur sampah.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Merupakan pengujian yang dilakukan terhadap alat penghancur sampah dan percobaan alat penghancur sampah untuk mendapatkan kapasitas produksi yang baik.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan kesimpulan dari penelitian dan saran yang perlu untuk melakukan pengembangan pada alat penghancur sampah.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Sampah

Sampah adalah bahan yang terbuang atau dibuang dari sumber aktifitas manusia atau alam yang tidak memiliki nilai ekonomis. Sampah adalah sampah padat atau semi padat, atau sampah yang merupakan produk sampingan dari kegiatan perkotaan dan siklus hidup manusia, hewan dan tumbuhan.

Sampah merupakan sesuatu yang bersifat padat dan tidak dikehendaki lagi. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sampah merupakan sisa dari limbah, buangan, atau padatan yang merupakan hasil aktivitas manusia, hewan, dan tumbuhan.

2.2. Kompos

Kompos adalah hasil penguraian sebagian / tidak lengkap dari campuran bahan organik dan secara fisik dapat dipercepat oleh populasi berbagai jenis mikroorganisme dalam kondisi lingkungan yang hangat, lembab, aerobik, atau anaerobik. Pengomposan, di sisi lain, adalah proses di mana bahan organik terdegradasi secara biologis, terutama oleh mikroorganisme yang menggunakannya sebagai sumber energi. Pembuatan kompos adalah mengatur dan mengontrol proses alami tersebut agar kompos dapat terbentuk lebih cepat. Proses ini melibatkan pembuatan campuran bahan yang seimbang, penyediaan air yang cukup, pengaturan aerasi, dan penambahan aktivator kompos.

2.3. Bahan Sisa Dapur

Bahan sisa dapur contoh sampah organik yang belum dimanfaatkan secara optimal. Bahan sisa dapur sangat cocok digunakan sebagai komponen kompos karena sangat mudah ditemukan di lingkungan sekitar kita. Saat mengelola sampah dapur menjadi pupuk organik, perlu diketahui bahwa tidak semua sampah bisa di kompos, ada beberapa sisa bahan makanan yang tidak terurai akan membutuhkan waktu yang lama, ada juga sampah yang harus diperkecil ukurannya agar mudah terurai.

Kota Pekanbaru diperkirakan menghasilkan 500 ton sampah per hari, dimana sekitar 65% merupakan sampah organik. Mengingat banyaknya sampah organik yang dihasilkan oleh masyarakat, maka pengolahan sampah organik menjadi kompos sangat potensial untuk menjaga lingkungan dan kesejahteraan masyarakat.

2.4. Pupuk cair dan Pupuk padat

Pupuk organik memiliki berbagai keunggulan yang baik tidak hanya untuk tanaman tetapi juga untuk tanah. Pupuk organik berasal dari berbagai jenis pupuk alami, antara lain kotoran hewan, bagian tubuh hewan, dan tanaman kaya mineral yang cocok untuk meningkatkan kesuburan tanah. Perbedaan antara pupuk cair dan padat dari segi bentuknya adalah adanya pupuk organik dalam bentuk padat dan cair.

2.4.1. Pupuk cair

Pupuk cair dapat berupa pupuk kandang cair, biogas, pupuk cair dari sampah organik, atau pupuk cair dari kotoran manusia. Pupuk kandang cair dapat dibuat dengan mencampurkan kotoran hewan dengan air kemudian diaduk. Sebelum digunakan, pupuk cair harus disimpan dalam keadaan tertutup dan terlindung dari sinar matahari agar fermentasi dapat terjadi. Penutupan dilakukan untuk mencegah lepasnya unsur nitrogen berupa gas amonia yang mudah menguap. Penyimpanan membuat kandungan nutrisi pupuk cair lebih seimbang.

2.4.2. Pupuk padat

Pupuk padat cenderung lebih stabil dibandingkan dengan pupuk organik cair. Sementara pupuk organik padat dapat disimpan dalam waktu yang lebih lama sebelum dipakai setelah siap di buat. Pupuk padat, sekalipun digunakan, dimaksudkan untuk memberikan hara melalui sistem perakaran tanaman, sehingga pupuk tersebut ditanam atau disemprotkan ke permukaan tanah. Sebaliknya, pupuk cair dapat diberikan untuk nutrisi daun, batang, dan akar serta memiliki aplikasi yang dirancang khusus.

2.5. Manfaat pupuk cair

Pupuk organik cair mempunyai beberapa manfaat diantaranya dapat mendorong dan meningkatkan pembentukan kolrofil daun dan pembentukan bintil akar pada tanaman leguminosa, sehingga meningkatkan kemampuan fotosintetis tanaman dan menyerap nitrogen dari udara.

Keunggulan dari pupuk organik cair :

- Mudah, murah
- Tidak ada efek samping
- Modal yang dibutuhkan relatif lebih kecil.
- Peralatan yang digunakan relatif lebih sederhana dan mudah.
- Proses pembuatan lebih mudah.

2.6. Perancangan

Desain adalah semua aktivitas untuk membangun dan menentukan solusi untuk masalah yang sebelumnya tidak terpecahkan, atau solusi baru untuk masalah yang sebelumnya diselesaikan tetapi diselesaikan dengan berbagai cara.

Desain telah membuat keputusan penting yang akan mempengaruhi aktivitas lain yang mengikutinya. Oleh karena itu, sebelum membuat suatu produk, terlebih dahulu lakukan proses perancangan hingga membuat sketsa atau gambar sederhana dari produk yang akan diproduksi. Gambar sketsa yang dibuat digambar ulang dengan menggunakan aturan gambar agar semua yang terlibat dalam proses pembuatan produk dapat memahaminya. Gambar desain merupakan hasil akhir dari proses desain. Misalnya gambar desain mesin pecah sampah bahan sisa dapur.

Fase desain yang paling penting adalah pengembangan spesifikasi desain produk, karena proses desain memerlukan desain menggunakan pendekatan yang logis dan komprehensif. Proses desain selalu sama dan tidak bergantung pada ukuran atau kompleksitas pertanyaan. Namun, proses desain selalu dihadapkan

pada masalah yang tidak terduga, sehingga pendekatan manajemen desain yang fleksibel sangatlah penting.

Mesin berarti segala sesuatu yang berkaitan dengan perencanaan sistem dan sifat mesin, produk, struktur, perkakas, dan perlengkapan. Dalam desain khususnya desain mekanik banyak menggunakan ilmu yang harus diterapkan padanya. Sains digunakan untuk mendapatkan desain yang sangat baik dalam matematika, material, mekanika teknik, dll..

Perencanaan merupakan rangkaian kegiatan yang berkesinambungan dari satu langkah ke langkah berikutnya. Dalam rangkaian kegiatan ini, desain sering disebut sebagai proses desain karena banyak sekali yang terlibat dalam desain. Karena desain itu sendiri terdiri dari rangkaian kegiatan yang berkesinambungan, maka desain disebut proses desain dan termasuk dalam kegiatan proses desain yang disebut tahapan. Tahapan proses desain berbeda satu sama lain.

2.7. Mesin Penghancur Sampah Bahan Sisa Dapur

Alat/mesin sederhana pencacah bahan sisa dapur Ini adalah salah satu alat / mesin yang digunakan untuk memotong sisa dapur menjadi potongan-potongan kecil sesuai keinginan dan kegunaan anda. Alat / mesin ini menggunakan tenaga motor sebagai alat penggerak. Dalam pemotongan ini, pisau diputar searah dengan poros untuk memotong komponen masukan yang tersisa. Dengan menggunakan motor sebagai penggerak poros dan menempelkan pisau pada bagian samping yang mengikuti arah putaran poros untuk memudahkan pencacahan maka ukuran mata pisau disesuaikan dengan bodi utama dan tidak terjadi benturan.

Tenaga kecepatan motor disesuaikan agar proses pencacahan lebih cepat, hasil lebih baik, dan sesuai kebutuhan. Corong atas kemudian disesuaikan dengan kapasitas mesin untuk memperkirakan jumlah limbah dapur yang tercacah.

Di kalangan usaha kecil dan menengah (usaha kecil dan menengah), harga produk sangat berpengaruh dan diharapkan terjangkau dalam ekonomi harga rendah dan menengah. Untuk itu diperlukan suatu desain yang dapat meminimalkan konstruksi alat / mesin sederhana untuk pencacah sisa dapur dengan tujuan untuk menekan harga produk yang dapat dijangkau oleh usaha kecil menengah. Namun, ini tidak membahayakan keselamatan pengguna atau kualitas alat / mesin.

2.8. Motor Penggerak

Motor penggerakan yang digunakan dalam perancangan ini adalah bor tangan. Bor tangan adalah Peralatan mesin biasa digunakan untuk mengebor atau mengebor lubang pada bahan tertentu. Gerakan yang dihasilkan oleh mesin bor adalah rotasi. Rotasi membantu mata bor mendorong material kerja. Perputaran hasil mesin bor berupa lubang bundar pada material kerja.

Bor tangan yang digunakan dalam perancangan ini berfungsi sebagai motor penggerak mesin pencacah sampah bahan sisa dapur. Penggunaan bor tangan yang praktis membuat mesin pencacah sampah bahan sisa dapur gampang digunakan. Bor tangan yang digunakan dalam perancangan ini dapat dilihat pada gambar dbawah ini:



Gambar 2.1. Bor Tangan

2.9. Kecepatan Sudut dan Kecepatan Potong

Kecepatan adalah besaran vektor yang menunjukkan seberapa cepat benda berpindah. Besar dari vektor ini disebut dengan kelajuan dinyatakan dalam satuan meter per sekon (m/s atau ms^{-1}).

Kecepatan terbagi 2 yaitu kecepatan sudut dan kecepatan potong, yang dapat diartikan sebagai berikut.

2.9.1. Kecepatan Sudut

Kecepatan sudut adalah besaran vektor (lebih tepatnya, vektor semu) yang mewakili frekuensi sudut suatu benda dan sumbu rotasinya. Satuan SI untuk kecepatan sudut adalah radian / sekon, tetapi juga dapat diukur dalam derajat / sekon, rotasi / sekon, derajat / jam, dll. Saat mengukur dengan jumlah rotasi per jam (seperti jumlah rotasi per menit), kecepatan sudut sering disebut kecepatan rotasi, dan nilai skalabel adalah kecepatan rotasi. Kecepatan sudut biasanya dilambangkan dengan simbol omega (Ω atau ω).

Rumus untuk menentukan kecepatan sudut adalah :

$$\omega = \frac{2 \pi . n}{60} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

ω = Kecepatan sudut (rad/sec)

n = putaran mesin (rpm)

2.9.2. Kecepatan Potong

Kecepatan potong adalah suatu harga yang diperlukan dalam menentukan kecepatan pada proses penyayatan atau pemotongan benda kerja. Harga kecepatan potong tersebut ditentukan oleh jenis alat potong dan jenis benda kerja yang dipotong. Rumus Kecepatan :

$$V = \omega . R \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

V = Kecepatan potong (m/s)

ω = Kecepatan sudut (rad/s)

R = Panjang pisau (m)

2.10. Gaya dan Daya

2.10.1. Gaya

Gaya dalam fisika adalah interaksi yang dapat menyebabkan suatu benda bermassa mengalami perubahan gerak, baik dalam arah maupun dalam suatu struktur geometris. Satuan SI yang digunakan untuk mengukur gaya adalah Newton, diwakili oleh N. Gaya itu sendiri diwakili oleh simbol F. Persamaan gaya dapat dijelaskan sebagai berikut :

$$F = \tau \cdot \omega \text{ (N)} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

τ = Torsi (Nm)

ω = Kecepatan Sudut (rad/sec)

Jenis-jenis gaya dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. Gaya Coulomb

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh fisikawan Prancis Charles Augustin Coulomb (1736-1806), besarnya gaya tarik atau tolak yang menolak suatu benda bermuatan berbanding lurus dengan muatan masing-masing benda dan merupakan kuadrat jarak antara kedua benda tersebut. Disimpulkan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara kedua benda tersebut.

2. Gaya Sentrifugal

Gaya sentrifugal adalah gerak melingkar yang berputar menjauhi pusat lingkaran yang nilainya positif.

3. Gaya Sentripetal

Gaya Sentripetal adalah Gaya yang menyebabkan suatu benda bergerak melingkar.

4. Gaya Gesek

Gesekan adalah gaya yang ditimbulkan saat dua benda bersentuhan.

5. Gaya Gravitasi

Gravitasi adalah gaya yang dimiliki benda terhadap massanya.

2.10.2. Daya

Daya adalah kecepatan melakukan kerja. Daya sama dengan jumlah energy yang dihabiskan per satuan waktu. Daya disimbolkan P daya yang besar mungkin diperlukan pada saat *start* atau mungkin beban yang besar terus bekerja setelah *start*.

Secara umum persamaan daya (P) adalah :

$$P = F \times V \text{ (N m/s)} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

$$F = \text{Gaya (N)}$$

$$V = \text{Kecepatan (m/s)}$$

2.11. Perencanaan Poros

Poros seperti pada gambar 2.2 Merupakan bagian dari mesin dan sangat penting karena hampir semua mesin mengirimkan tenaga saat mereka berputar. Sebab, poros berperan besar dalam transmisi mesin.



Gambar 2.2 sumbu
(Darmawan, 2000)

2.11.1. Macam-Macam Poros

Jenis poros pemindah daya yang dapat diklasifikasikan menurut bebannya :

1. Poros Transmisi (Line Shaft)

Beban lentur dan beban torsi diterapkan ke poros transmisi, dan daya disalurkan melalui katrol sabuk dan rantai gigi kopling.

2. Spindel (Spindle)

Poros ini sependek poros utama yang terdapat pada peralatan mesin, dan beban utamanya adalah puntir. Kondisi sumbu ini adalah sebagai berikut: deformasi yang terjadi harus kecil, bentuk dan ukuran harus lebih teliti.

3. Gandar (Axle)

Poros ini dapat di temui pada poros yang terpasang diroda kereta api. kemudian tidak mengalami beban puntir dan tidak berputar. Namun beban yang

didapatkan adalah beban lentur, dan beban puntir akan terjadi jika di gerakkan dengan penggerak mula.

4. Poros (Shaft)

Poros ini ikut berputar untuk memindahkan daya dari mesin ke mekanisme yang digerakkan dan pada prinsipnya poros ini mendapatkan beban puntir dan lentur.

5. Poros Luwes

Poros ini berfungsi memindahkan daya dari dua mekanisme, yang perputaran porosnya membentuk sudut dengan poros lain.

2.11.2. Hal-hal Penting Dalam Perencanaan Poros

1. Kekuatan Poros

Beban torsi dan tekukan dapat dihasilkan oleh poros transmisi, atau kombinasi dari puntiran dan tekukan. Ada juga poros yang menerapkan beban tarik atau tekan ke poros baling-baling dan turbin kapal.

Ketika diameter poros berkurang, kelelahan mempengaruhi konsentrasi tegangan dan alur pasak harus dipertimbangkan. Saat merencanakan poros, Anda perlu membuat rencana yang baik untuk menahan beban yang Anda dapatkan.

2. Kekakuan Poros

Apabila lenturan dan defleksi yang terlalu besar akan mempengaruhi poros meskipun poros memiliki kekuatan, lalu akan mengakibatkan ketidakteelitian atau menimbulkan getaran dan suara.

Oleh karena itu perlunya memperhatikan dan menyesuaikan kekakuan poros dengan jenis mesin yang akan dilayani oleh poros.

3. Putaran Kritis

Apabila putaran mesin dinaikkan, maka akan terjadi getaran besar yang luar biasa pada suatu harga putaran. Hal seperti ini biasanya terjadi di turbin, motor listrik, motor torak, dll. Poros harus direncanakan sampai putaran kerjanya lebih rendah dari putaran kritisnya.

4. Korosi

Pemilihan bahan yang tahan korosi untuk tropeler dan untuk pompa apabila terjadi kontak terhadap media yang korosif. Demikian juga pada poros yang terancam pembentukan gelembung dan terhentinya poros mesin yang cukup lama.

2.11.3. Bahan Poros

Pada umumnya poros yang berdiameter 3 sampai 3 1/2 in menggunakan bahan yang proses pengerjaannya dengan pengerjaan dingin, yaitu baja karbon. Apabila yang dibutuhkan untuk menahan kekerasan, beban kejut dan tegangan yang besar maka dipakai bahan baja paduan. Bila diperlukan pengerasan permukaan dipakai bahan dengan baja yang dikarburising. Hal ini dikarenakan baja paduan bersifat tahan korosi dan poros ini biasa digunakan untuk melakukan putaran tinggi dan beban tinggi. Penggunaan baja paduan khusus hanya untuk putaran tinggi dan beban tinggi, namun pada dasarnya tidak disarankan. Dengan demikian, perlu

mempertimbangkan pemakaian baja karbon yang diperlukan perlakuan panas secara tepat. Supaya memperoleh hasil kekuatan yang diperlukan.

Karena sangat tahan terhadap korosi dan poros ini digunakan untuk melakukan kecepatan tinggi dan beban berat. Namun penggunaan baja paduan khusus tidak selalu disarankan jika hanya karena kecepatan putaran yang tinggi dan beban yang berat. Dalam kasus seperti itu, penggunaan baja karbon dengan perlakuan panas yang tepat harus dipertimbangkan untuk mendapatkan kekuatan yang dibutuhkan.

Tabel 2.1 Baja karbon untuk konstruksi mesin dan yang difinis dingin untuk poros

Standar dan macam	Lambang	Kekuatan tarik (kg/mm ²)	Keterangan
Baja karbon cor (JIS G 5101)	SC 37	37	Untuk bagian motor
	SC 42	42	Untuk kontruksi umum
	SC 46	46	„
	SC 49	49	„
Batang baja yang difinis dingin	S35C-D	53	ditarik dingin, digerinda,dibubut,atau gabungan antara hal-hal tersebut
	S45C-D	60	
	S55C-D	72	

(Sumber : Sularso, Kiyokatsu Suga. 2004.)

Tabel 2.2 Baja Paduan Untuk Poros

Standar dan macam	Lambang	Perlakuan Panas	Kekuatan tarik (kg/ mm ²)
Baja khrom nikel (JIS G 4502)	SNC 2	-	85
	SNC 3	-	95
	SNC 21	Pengerasan kulit	80
	SNC 22	„	100
Baja khrom nikel molibden (JIS G 4502)	SNMC 1	-	85
	SNMC 2	-	95
	SNMC 7	-	100
	SNMC 8	-	105
	SNMC 22	Pengerasan kulit	90
	SNMC 23	„	100
	SNMC 25	„	120
Baja khrom (JIS G 4502)	SCr 3	-	90
	SCr 4	-	95
	SCr 5	-	100
	SCr 21	Pengerasan kulit	80
	SCr 22	„	85
		“	

Baja khrom molibden (JIS G 4502)	SCM 2	-	85
	SCM 3	-	95
	SCM 4	-	100
	SCM 5	-	105
	SCM 21	Pengerasan kulit	85
	SCM 22	”	95
	SCM 23	”	100

(Sumber : Sularso, Kiyokatsu Suga. 2004.)

Perhitungan yang digunakan dalam perancangan poros utama yang menghasilkan beban torsi dan lentur:

1. Daya poros/Daya pemotong (P)

$$P = F \cdot V \text{ (N.m/s)} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

P = Daya poros (N.m/s)

F = Gaya potong (N)

V = Kecepatan Potong (m/s)

2. Daya rencana (Pd)

$$Pd = fc \cdot P \dots\dots\dots (2.6)$$

(Sularso, 2004, hal, 7)

Dimana :

P = daya nominal output dari motor penggerak (KW)

Fc = factor koreksi (table 2.3)

3. Momen puntir atau torsi yang terjadi

Besar torsi yang terjadi (T) pada poros adalah :

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \cdot \frac{Pd}{n_m} \dots\dots\dots(2.7)$$

(Sularso, 2004, hal, 7)

Dimana :

T = Torsi (kg.mm)

Pd = Daya rencana (kW)

N_m = Putaran Poros Penggerak (rpm)

4. Menentukan Tegangan geser izin (τ_a) bahan poros adalah

$$\tau_a = \frac{\tau_b}{Sf_1 \cdot Sf_2} \dots\dots\dots(2.8)$$

(Sularso, 2004, hal, 8)

Dimana :

τ_b = kekuatan tarik poros (kg/mm²)

Sf₁ = faktor keamanan material

Sf₂ = faktor keamanan poros beralur pasak

5. Menentukan diameter poros

Untuk menentukan diameter poros digunakan rumus sebagai berikut :

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} K_t C_b T \right]^{1/3} \dots\dots\dots(2.9)$$

(Sularso, 2004, hal 8)

Dimana :

d_s = diameter poros (mm)

τ_a = Tegangan geser (kg/mm^2)

C_b = Faktor lenturan

K_t = Faktor koreksi

T = Momen rencana ($\text{kg}\cdot\text{mm}$)

2.12. Kerangka Mesin

Tentunya dalam dunia barang besi banyak sekali istilah yang menggambarkan jenis besi dan apa saja yang berhubungan dengan barang besi. Salah satunya adalah besi angker. Istilah ini tentunya terkenal dengan struktur besinya. Besi angker sebenarnya adalah kombinasi dari baja. Besi angker ini biasanya memiliki panjang 6 meter. Besi angker juga memiliki lebar dan ketebalan yang bervariasi, sehingga memungkinkan konsumen untuk memilih besi yang sesuai dengan kebutuhannya. Besi jenis ini banyak digunakan karena profilnya yang kokoh dan tahan lama serta dapat bertahan selama bertahun-tahun, sehingga cocok untuk keperluan konstruksi jangka panjang. Dan untuk pembangunan mesin penghancur sampah rumah tangga.

Rangka perkakas terbuat dari besi angker, dan rangka mesin berfungsi sebagai tempat mesin dan bagian lainnya. Rangka mesin yang digunakan untuk mendesain perajang daun ini terbuat dari besi jangkar 13mm, karena rangka mesin yang tidak kuat dapat mempengaruhi performa mesin.

2.13. Pengelasan

Pengelasan adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan melebur sebagian logam utama dan bahan pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam tambahan untuk membuat sambungan yang berkelanjutan.

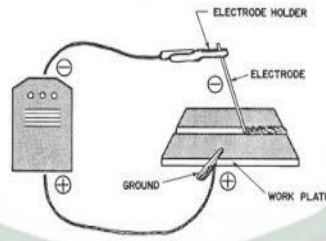
Kisaran penggunaan teknologi pengelasan dalam konstruksi sangat luas, termasuk perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, pipa kecepatan tinggi, jaringan pipa dan banyak lagi. Selain untuk pembuatan, proses pengelasan juga bisa digunakan untuk perbaikan, seperti mengisi lubang pada coran.

Buat lapisan las pada alat untuk menebalkan bagian yang aus dan melakukan berbagai perbaikan lainnya. Pengelasan bukanlah tujuan utama konstruksi, tetapi hanya sarana untuk mencapai ekonomi pembuatan yang lebih baik. Oleh karena itu, desain dan metode pengelasan harus benar-benar memperhatikan dan sesuai dengan karakteristik pengelasan karena penggunaan struktur dan sekitarnya.

2.13.1. Las Busur Listrik

Pengelasan busur listrik merupakan proses penyambungan logam yang menggunakan nyala api busur listrik dan diarahkan ke permukaan logam yang akan disambung. Bagian logam yang terkena lelehan busur listrik. Demikian pula, elektroda yang dihasilkan meleleh di tepinya dan terus merambat hingga hilang.

Logam cair dari elektroda dan benda yang akan disambung bercampur dan mengisi celah antara kedua logam yang akan disambung. Lalu dalam proses tersebut kedua logam tersambung dan membeku.



Gambar 2.3 Las Busur Listrik

(Sumber : Sularso dan Kiyokatsu Suga. 2004)

2.14. Faktor-faktor yang mempengaruhi dan mengontrol proses pengomposan

Dalam kondisi alamiah, sampah organik di permukaan tanah perlahan-lahan terurai pada suhu permukaan normal dan kondisi aerobik. Dengan memperbaiki kondisi proses dekomposisi, proses dekomposisi dapat dipercepat secara artifisial. Ringkasan kondisi dekomposisi yang optimal ditunjukkan pada tabel.

Tabel 2.3 Nilai optimal untuk mengontrol proses pengomposan

Parameter	Nilai Optimum
Ukuran partikel bahan	25 – 40 mm 50 mm untuk aerasi alami dan timbunan panjang
Nisbah C/N	20 – 40
Kandungan lengas	50% - 60%
Keasaman (PH)	5,0 – 6,0
Suhu	55°C -60°C untuk 4 – 5 hari

Aerasi	Secara priodik timbunan dibalik
Kehalusan bahan	Makin halus makin cepat terdekomposisi
Ukuran timbunan	Panjang bervariasi, tinggi 1,5m dan lebar 2,5m
Aktivator	Tahap awal mesofilik (fungsi selulopati, bakteri penghasil asam, suhu meningkat > 40°C (bakteri termofilik, aktinomisetes dan fungi), suhu > 70°C (bakteri termofilik), suhu udara ambien (bakteri termofilik dan fungi)

(Sumber : Rachman Sutanto, 2002.)

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

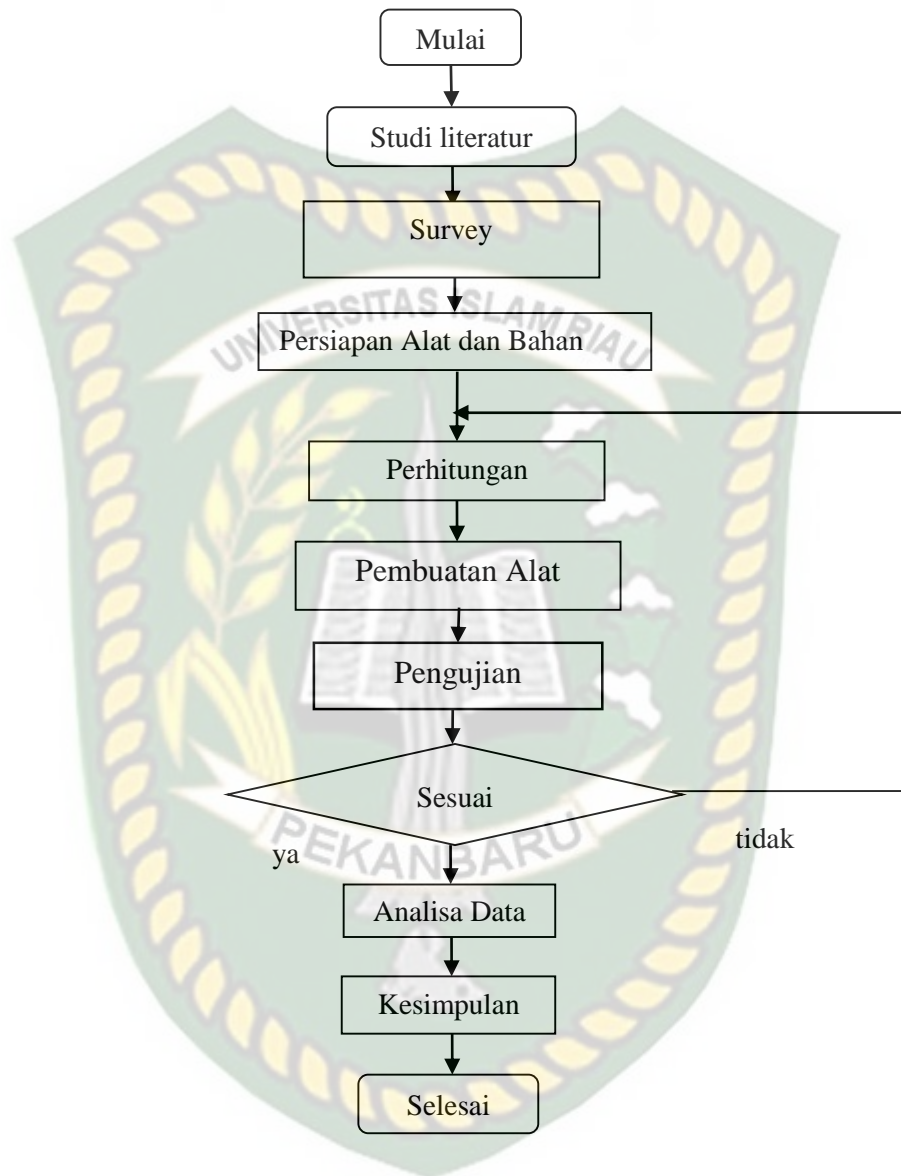
3.1 Konsep Pembuatan Alat

Konsep pembuatan alat ini adalah untuk membantu masyarakat mengelola sampah organik dan menengah ke bawah petani kompos. Secara akurat menghemat sampah organik dan membuat kompos alami. Saat ini, untuk pemusnahan daun yang membutuhkan tenaga dan tenaga untuk merajang secara manual, penghancur sampah ini tidak hanya mempermudah pekerjaan, tetapi juga memiliki keunggulan yaitu memudahkan untuk mendapatkan pupuk alami yang dapat digunakan secara langsung, dengan alat penghancur sampah ini selain memudahkan pekerjaan petani juga terdapat keuntungan petani pada produksi. Dan ada pula alat penghancur bahan sisa dapur yang dijual dipasaran saat ini dengan harga tinggi sehingga sebagian petani yang memiliki ekonomi menengah kebawah belum mampu untuk membeli alat tersebut. Hal inilah yang mendasari dan melatarbelakangi pembuatan alat penghancur sampah bahan sisa dapur ini.

3.2 Tempat dan waktu belajar

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Selain itu, uji mekanis dilakukan oleh laboratorium UIR. Masa penelitian pembuatan penghancur daun ini adalah satu bulan. Kajian ini meliputi pembuatan gambar teknis, pembuatan alat pemusnah limbah dapur, dan evaluasi teknis.

3.3 Diagram Alir Rancangan



Gambar 3.1 Diagram Alir Rancangan

Dari diagram alir desain di atas, Anda dapat menjelaskan penelitian tugas akhir. Proses pembuatan penghancur limbah dapur memiliki proses yang diharapkan.

3.4 Sketsa Perancangan

Berdasarkan beberapa pilihan dan solusi, serta tuntutan dari calon pengguna dan hasil identifikasi masalah yang digunakan untuk memberikan gambaran bentuk dari mesin pencacah bahan sisa dapur. Seperti keterangan dibawah ini :



Gambar 3.2 sketsa perancangan

Keterangan :

1. Poros
2. Badan Tabung
3. Mata Pisau
4. Penahan Tabung
5. Tutup Tabung
6. Bering
7. Rangka Alat
8. Tabung Penghancur

3.5 Pemilihan Bahan

Pemilihan bahan yang baik sesuai dengan kegunaannya pada prinsipnya adalah penggabungan dari beberapa sifat, lingkungan serta cara pemakaian hingga sifat bahan bisa memenuhi persyaratan yang sudah di tentukan.

Komponen yang terdapat dalam mesin pencacah bahan sisa dapur memiliki jumlah yang sedikit. Namun, dalam pembahasan pemilihan bahan di fokuskan pada komponen yang dikerjakan pada proses pembuatan. Yang memiliki pengaruh besar terhadap tingkat keamanan pada mesin dan terjadi deformasi bahan.

3.6 Bahan Dan Alat

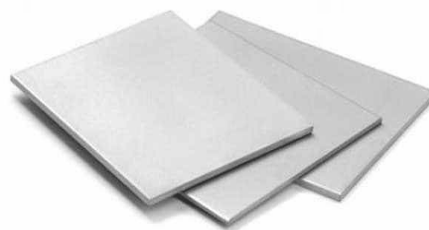
3.6.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan mesin pencacah bahan sisa dapur yaitu:

1. Plat besi

Plat besi berfungsi sebagai bahan utama untuk kerangka pencacah dengan diameter 30mm. Pada penelitian ini plat digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan sesuatu rancangan pencacah sampah organik. Plat besi yang digunakan pada penelitian ini menggunakan plat besi dari kaleng drum oli.

Dapat di lihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Plat besi

2. Elektroda

Berfungsi untuk menyambungkan benda kerja yang akan di buat pada kerangka pencacah. Pada penelitian ini elektroda digunakan untuk penyambungan kerangka karena dengan elektroda kerangka dapat tersambung, elektroda yang di gunakan pada penelitian ini berjenis elektroda TL-77. Dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. Elektroda

3. Besi anker

Berfungsi sebagai kaki/dudukan pada pencacah oerganik. Pada penelitian ini besi anker di gunakan untuk kaki kerangka pada pencacah, besi anker yang di gunakan sama dengan yang digunakan bangunan. Dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. Besi anker

4. Cat

Berfungsi untuk melindungi permukaan agar tidak berkarat dan mencegah keropos pada pencacah , dapat di lihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6. Cat

5. Tiner

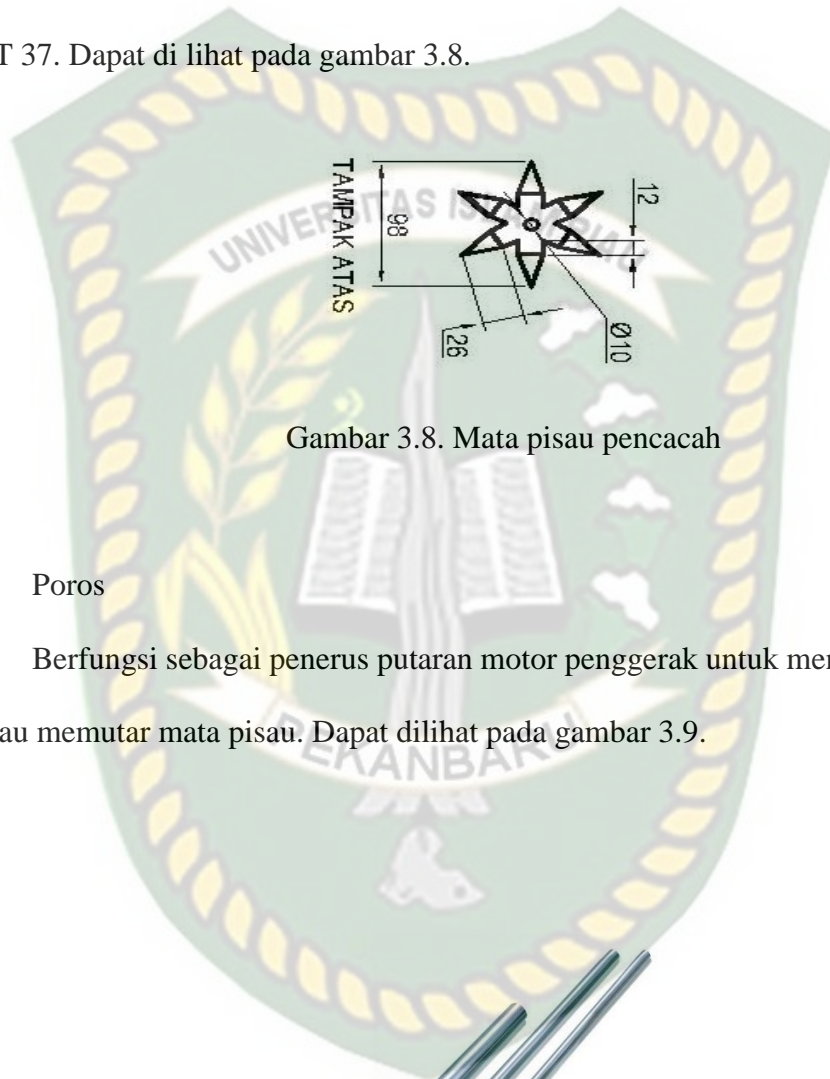
Berfungsi sebagai bahan untuk mengencerkan atau mengurangi kekentalan suatu cat, dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7. Tiner

6. Mata pisau pencacah

Berfungsi sebagai pemotong/pencacah bahan sisa dapur yang akan digunakan sebagai pupuk organik. Mata pisau pencacah menggunakan bahan ST 37. Dapat di lihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. Mata pisau pencacah

7. Poros

Berfungsi sebagai penerus putaran motor penggerak untuk menggerakkan atau memutar mata pisau. Dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9. Poros

8. Bor tangan/Motor

Berfungsi sebagai penggerak poros yang menjadi daya penggerak dari alat pencacah. Dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10. Bor tangan/Motor

3.6.2 Alat

Alat yang digunakan untuk pembuatan pencacah organik yaitu :

1. Mesin las dan perlengkapannya.

Mesin las berfungsi untuk menyambungkan logam dengan menggunakan atau memanfaatkan panas aliran listrik, pada penelitian ini mesin las digunakan untuk menyambung plat dan pipa untuk menjadi rangka pada pencacah organik, mesin las yang digunakan dalam pembuatan alat ini menggunakan mesin MIG-350. Dapat di lihat pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 Mesin las dan perlengkapannya

2. Jangka Sorong

Berfungsi sebagai alat ukur diameter bagian luar, bagian dalam, kedalaman dan ketebalan sebuah benda. Pada penelitian ini jangka sorong digunakan untuk mengukur diameter pada kedudukan pencacah sampah organik, dapat di lihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 Jangka sorong

3. Meteran

Berfungsi untuk mengukur jarak atau panjang. Pada ujung pita dilengkapi dengan pengait dan di beri magnet agar lebih mudah ketika sedang melakukan pengukuran dan pita tidak lepas ketika mengukur. Pada penelitian ini meteran digunakan untuk mengukur panjang potongan-potongan pipa yang akan di las, dapat di lihat pada gambar 3.13.



gambar 3.13 Meteran

4. Gerinda tangan

Mesin gerinda tangan merupakan mesin yang berfungsi untuk menggerinda benda kerja. Awalnya mesin gerinda hanya ditujukan untuk benda kerja berupa logam yang keras seperti besi dan stainless steel. Pada penelitian ini mesin gerinda di gunakan untuk memotong pipa dan mengaluskan permukaan sambungan las pada pencacah , dapat dilihat pada gambar 3.14.



Gambar 3.14 Gerinda tangan

5. Bor tangan

Mesin bor tangan merupakan mesin bor yang cara pengoperasiannya dengan menggunakan tangan dan bentuknya seperti pistol. Pada penelitian ini mesin bor tangan di gunakan untuk melubangi logam pada bagian-bagian rangka kedudukan baut yang terdapat pada pencacah , dapat dilihat pada gambar 3.15.



Gambar 3.15 Bor tangan

6. Penggaris siku

Untuk menentukan sudut pada suatu rancangan. Pada penelitian ini penggaris siku digunakan untuk menentukan sudut siku pada kedudukan shock breaker pada pencacah, dapat dilihat pada gambar 3.16.



Gambar 3.16 Penggaris siku

7. Amplas

Untuk membuat permukaan benda-benda menjadi lebih halus dengan cara menggosokkan salah satu permukaan amplas yang telah ditambahkan bahan yang kasar kepada permukaan benda. Pada penelitian ini amplas digunakan untuk menghaluskan permukaan logam sebelum dilakukannya pengecatan pada pencacah, dapat dilihat pada gambar 3.17.



Gambar 3.17 Amplas

8. Timbangan

Pada penelitian ini Timbangan digunakan sebagai media alat ukur berat bahan sisa dapur sebelum dilakukan pengujian dan juga menghitung berat bahan sisa dapur sesudah dilakukannya pengujian. Untuk gambar timbangan dapat dilihat pada gambar 3.18 berikut :



Gambar 3.18 Timbangan

9. Stopwatch

Pada penelitian Stopwatch berfungsi sebagai alat ukur lamanya waktu dalam pengujian. Dalam pengujian ini waktu yang ditentukan 5 menit untuk satu pengujian dengan kapasitas 2,4 kg. Untuk gambar stopwatch dapat dilihat pada gambar 3.19:



Gambar 3.19 Stopwatch

3.7 Langkah Pengerjaan Mesin Penghancur

Langkah proses pengerjaan mesin penghancur sampah dilakukan dengan 4 pekerjaan yaitu :

Pekerjaan :

1. Membuat sketsa rancangan
2. Menyiapkan bahan
 - a. Besi angker 13 mm
 - b. Besi bulat untuk poros
 - c. Pelat besi untuk wadah pencacah
 - d. Bantalan 2 unit
 - e. Mata pisau potong
3. Alat yang digunakan :
 - a. Las listrik
 - b. Las oksigen
 - c. Mesin bor tegak
 - d. Gerinda tangan
 - e. Jangka sorong
 - f. Meteran
4. Pengerjaan
 - a. Membuat kerangka
 - b. Pengelasan pada kerangka
 - c. Memotong plat besi
 - d. Membuat tutup

- e. Pembuatan poros
- f. Pemasangan mata pisau
- g. Poros dipasang pada mata pisau yg akan di hubungkan ke penggerak bor tangan
- h. Pemasangan bearing pada poros
- i. Pengecatan



Gambar 3.20. Alat penghancur sampah dari sisa dapur



Gambar 3.21. mata pisau penghancur sampah

3.8 Metode pengambilan data

1. Kapasitas produksi

Untuk mengetahui kapasitas produksi mesin juga menggunakan metode pendekatan pragmatis dengan memasukkan sampel bahan sisa dapur Masukkan 500g ke dalam pencacah secara terus menerus dan catat waktu hingga daunnya dipotong. Pengujian kapasitas mesin ini dilakukan dengan 3 kali pengujian secara continue.

3.9 Jadwal Kegiatan Penelitian

Agar penelitian ini dapat berjalan dengan optimal sesuai dengan waktu yang ditentukan, maka perlu dibuat jadwal penelitian seperti yang terlihat pada tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian

No	JenisKegiatan	Bulan – ke				
		1	2	3	4	5
1	Studi Literatur					
2	Persiapan alat dan bahan					
3	Pengujian dan pengumpulan data					
4	Analisi data					
5	Hasil akhir dan presentasi					

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Motor penggerak

Spesifikasi motor penggerak dry leaf crusher adalah sebagai berikut :

Jenis : Mesin Bor tangan listrik

Tipe : GBM 350

Daya : 350 W

Putaran motor (r/min) : 0 - 2800 rpm



Gambar 4.1 Motor penggerak

4.2 Spesifikasi Alat Penghancur Sampah

Spesifikasi ini menjelaskan panjang lebar, dan tinggi dari ukuran alat penghancur sampah. Untuk ukurannya bias dilihat pada gambar 4.2 dibawah ini:



Gambar 4.2 spesifikasi tabung alat penghancur

Gambar 4.3 Spesifikasi mata pisau

4.3 Poros

Poros merupakan bagian dari sistem transmisi mesin pencacah limbah dapur yang dilewatkan langsung dari motor ke poros. Salah satu fungsi poros adalah untuk menopang sudu agar berfungsi sesuai dengan alurnya. Dari hasil desain, poros ini memiliki panjang 1000mm.

4.3.1 Daya Rencana (P_d)

Untuk daya rencana (P_d) adalah :

$$P_d = f_c \cdot P$$

Dimana :

$$P_d = \text{Daya Rencana}$$

$$f_c = \text{Faktor koreksi (diambil 1,0)}$$

$$P = \text{Daya Motor}$$

$$= 350 \text{ Watt}$$

Maka :

$$P_d = 1,0 \cdot 0,350 \text{ kW}$$

$$= 0,350 \text{ Kw}$$

4.3.2 Momen rencana (T)

Momen yang direncanakan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$T = 9,74 \times 10^5 \cdot \frac{P_d}{n_m} \text{ (kg.mm)}$$

Dimana :

T = momen puntir / Torsi (kg/mm)

n_m = putaran mesin (rpm)

P_d = daya yang direncanakan (kW)

Maka :

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{0,350 \text{ kW}}{2800 \text{ rpm}}$$
$$= 121.75 \text{ kg.mm}$$

4.3.4 Bahan Poros

Scraprer dapur ini menggunakan material poros Type ST 37, kuat tarik (σ_B) = 37 kg/mm². Saat merencanakan poros, Anda perlu memperhatikan efek yang dihadapinya agar Anda memiliki tegangan geser yang dapat diterima. Sf1 dan Sf2 adalah dua faktor koreksi yang perlu diperhatikan. Harga Sf1 ditinjau dari batas kelelahan torsi adalah 5,6 untuk material SF dengan kekuatan terjamin dan 6,0 untuk material S-C yang dipengaruhi oleh massa dan baja paduan. Sf2 dapat dilihat dari pengaruh alur pasak pada poros, apakah langkah-langkah yang dilakukan (karena besarnya pengaruh konsentrasi tegangan), dan kekasaran permukaan yang perlu diperhatikan. Harga SF2 berkisar dari 1,3 hingga 3,0.

Dari hasil pertimbangan di atas, poros mesin pencacah limbah dapur:

$Sf_1 = 6,0$ Karena menggunakan material S-C

$Sf_2 = 2,0$ Karena itu memperhitungkan efek alur pasak, poros, dan kekasaran permukaan.

4.3.5 Tegangan geser (τ_a)

Tegangan geser yang diijinkan τ_a (kg / mm²):

$$\tau_a = \frac{\tau_b}{Sf_1 + Sf_2}$$

Dimana:

τ_a = kekuatan tarik bahan

Sf_1 = faktor keamanan untuk efek massa material S-C

Harga = 1.0

Faktor keamanan kedua akibat pengaruh Sf_2 = konsentrasi

tegangan cukup besar sehingga harga (1.3-3.0) dianggap $Sf_2 = 2.0$.

Maka :

$$\begin{aligned}\tau_a &= \frac{37 \text{ kg/mm}^2}{6,0 \times 2,0} \\ &= 3,08 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

4.3.6 Faktor koreksi puntir dan lentur

Faktor koreksi dalam momen torsi dinyatakan dalam K_t dengan harga 1,0 hingga 3,0. Faktor koreksi memperhitungkan apakah poros

berada di bawah beban halus, sedikit benturan / benturan, atau benturan atau benturan besar.

Faktor koreksi dalam hal momen tekuk dinyatakan dalam Km pada harga 1,5 sampai 3,0. Faktor ini memeriksa apakah poros berputar dengan beban momen tekuk konstan, mengalami benturan ringan, atau mengalami benturan yang besar.

4.3.7 Diameter poros

Diameter poros dapat dihitung menggunakan Persamaan 8.:

$$D_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} Kt \cdot Cb \cdot T \right]^{1/3}$$

Dimana :

D_s = diameter poros (mm)

Kt = faktor koreksi momen puntir (1,0 - 1,5)

Cb = faktor koreksi beban lentur (1,2 - 2,3)

T = Torsi (kg/mm)

Maka :

$$\begin{aligned} D_s &= \left[\frac{5,1}{3,08} \times 1,0 \times 1,3 \times 258,8 \right]^{1/3} \\ &= 13 \text{ mm} = 1,3 \text{ cm} \end{aligned}$$

Untuk mengatur material poros, dirancang diameter poros dengan ukuran poros 1,3 cm = 13 mm

4.3.8 Kekuatan poros (V_p)

Gaya yang diterapkan pada poros dapat dihitung sebagai berikut.:

Panjang poros (t) : 100 cm

Diameter poros (d) : 1,3 cm

1. Volume poros (V_p)

$$V_p = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

Dimana :

$$V_p = \text{Volume Poros (cm}^3\text{)}$$

$$r = \text{jari-jari (cm)}$$

$$= d/2 = \frac{1,3}{2} = 0,65$$

$$t = \text{tinggi 100(cm)}$$

Maka :

$$= 3,14 \cdot 0,65^2 \text{cm} \cdot 100 \text{cm}$$

$$= 132,6 \text{ cm}^3$$

2. Massa poros (m_p)

$$m_p = \rho \cdot V_p$$

Dimana :

$$m_p = \text{massa poros (g)}$$

$$\rho = \text{massa jenis baja (g/cm}^3\text{)}$$

$$= 7,86 \text{ g/cm}^3$$

$$V_p = \text{volume poros (cm}^3\text{)}$$

$$= 132,6 \text{ cm}^3$$

Maka :

$$\begin{aligned} &= 7,86 \text{ g/cm}^3 \times 132.6 \text{ cm}^3 \\ &= 1042.7 \text{ g} \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian massa / berat beban pisau untuk memotong daun didapatkan :

3. Gaya poros dan gaya potong pisau

$$\begin{aligned} F_p &= F_{pt} = m \cdot g \\ &= 2,5 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 24,5 \text{ N} \end{aligned}$$

4.4 Gaya pisau penghancur dan gaya total

Gaya yang diberikan pada pisau merupakan data yang perlu Anda ketahui untuk mulai menghitung desain mesin penghancur scraper dapur. Dalam laporan ini penulis melakukan perhitungan gaya dengan menggunakan data jumlah material dan massa jenis material yang digunakan.

Spesifikasi bahan yang digunakan

Material bahan : ST37

Masa jenis (ρ) : $7,86 \text{ g/cm}^3$ (Bahan baju carbon rendah)

Volume pisau (V_{ps})

Panjang pisau (p): 7.5 cm

Lebar pisau (l) : 3 cm

Tebal pisau (t) : 0,12 cm

Banyak mata pisau : 4 buah

$$\begin{aligned}V_{ps} &= p.l.t \\ &= 7.5\text{cm} \times 3\text{cm} \times 0,12\text{cm} \\ &= 2.7 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

Sebelum menghitung gaya yang dihasilkan pada material, pertama-tama kita perlu menghitung massa benda tersebut.

4.4.1 Massa pisau (m_{ps})

$$m_{ps} = \rho \cdot V_{ps}$$

Dimana :

$$m_{ps} = \text{Massa pisau (g)}$$

$$\rho = \text{Masa jenis (g/cm}^3\text{)}$$

$$V_{ps} = \text{Volume pisau (cm}^3\text{)}$$

Maka :

$$\begin{aligned}m_{ps} &= 7,86 \text{ g/cm}^3 \times 2.7 \text{ cm}^3 \\ &= 21.2 \text{ g}\end{aligned}$$

Setelah Anda mengetahui massa benda, Anda dapat menghitung gaya yang diberikan pada pisau yang berputar.

4.4.2 Gaya pisau (F_{ps})

$$F_{ps} = m \cdot \omega^2 \cdot r \text{ (N)}$$

$$\omega = \frac{2\pi \cdot 1866}{60} = 195,3 \text{ rad/s}$$

$$r_s = \frac{d}{2}$$

$$= \frac{45}{2} = 0,225 \text{ m}$$

$$F_{ps} = 0,297 \text{ kg} \times (195,3 \text{ rad/s})^2 \times 0,225 \text{ m}$$
$$= 2548 \text{ kg m/s}^2$$

Dimana :

F_{ps} = Gaya pisau (N)

m_{ps} = massa pisau (kg)

ω = Kecepatan Sudut (rad/s)

r = Jari-jari pisau (m)

4.4.3 Daya poros (P_p)

$$P_p = F \times V$$

Dimana :

P_p = Daya Poros (m/s)

F = Gaya Poros (N)

$$= 24,5 \text{ N}$$

n = Putaran poros (rpm)

$$= 2800 \text{ rpm}$$

r = Jari-jari pisau (m)

$$= 0,225 \text{ m}$$

V = Kecepatan Potong pisau

$$V = 2\pi \cdot n \cdot r$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 2800 \cdot 0,225$$

$$= 3956,4 \text{ m/s}$$

Maka :

$$\begin{aligned} P_p &= F.V \\ &= 24,5 \text{ N} \times 7,03 \text{ m/s} \\ &= 96931,8 \text{ watt} \end{aligned}$$

4.5 Kecepatan potong poros pada pisau

Penghancur sampah dapur menggunakan metode penghancuran khusus yang menghancurkan daun kering dengan empat bilah. Sudut potong pisau yang digunakan adalah 90° pada titik-titik yang terdekat dan terjauh dari pusat poros. Karena sudut ini, gaya pemotongan yang dibutuhkan ringan dan sisa bahan dapur terus menerus dipotong.

Kecepatan potong dapat diperoleh dari kecepatan putaran 2800 rpm :

$$\omega = \frac{2 \pi . n}{60}$$

Dimana :

ω = Kecepatan sudut (rad/sec)

n = putaran mesin (rpm)

$$V = \omega.R$$

Dimana :

V = Kecepatan potong (m/s)

ω = Kecepatan sudut (rad/sec)

R = Panjang pisau (m)

Maka:

$$\omega = \frac{2 \times 3,14 \times 2800 \text{ rpm}}{60}$$

$$= 293 \text{ rad/s}$$

$$V = \omega \cdot R$$

$$= 293 \text{ rad/s} \times 0.45 \text{ m} = 131.85 \text{ m/s}$$

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, mesin ini menggunakan pisau sebagai alat pemusnah sampah rumah tangga. Dari hasil observasi dan pengujian, bilahnya kuat dan tajam. Bilah yang digunakan harganya murah dan bisa didapatkan di pasaran.

Mesin ini menggunakan mata pisau 450 x 70 x 1.2mm merk Tanaka. Sudut bilahnya 90 °. Selanjutnya, mata pisau perlu diasah atau diasah untuk daya pemotongan yang optimal.

4.6 Bantalan

Dengan asumsi rotasi konstan, prediksi umur bantalan (dinyatakan dalam waktu) dapat dijelaskan menggunakan Persamaan:

$$L_d = h \times n_m \times 60 \frac{\text{min}}{h}$$

Dimana :

$$L_d = \text{Usia bearing (putaran)}$$

$$h = \text{Usia desain (dapat dikonfirmasi dari tabel usia desain)}$$

$$= 30000 \text{ jam}$$

$$n_m = \text{Rotasi motor / bor tangan (terencana)}$$

$$= 2800 \text{ rpm}$$

Maka :

$$L_d = h \times n \times 60$$

$$= 30000 \text{ jam} \times 2800 \text{ rpm} \times 60$$

$$= 5,04 \times 10^9 \text{ Putaran}$$

4.7 Kapasitas produksi

Kapasitas produksi dihitung dengan menempatkan 500g sampel limbah dapur secara terus menerus ke dalam mesin pencacah dan mencatat waktu yang diperlukan. Uji kapasitas produksi dilakukan dengan tiga pengujian berturut-turut, dan putaran poros pencacah dipertahankan pada (2800) rpm. Hasil perajang daun dinyatakan dalam kg / jam yang dihitung dengan rumus berikut :

1. Kapasitas Produksi

$$KP = \frac{\text{berat sampel (kilogram)}}{\text{waktu (jam)}}$$

$$= \frac{0,50 \text{ (kg)} \times 60 \left(\frac{\text{menit}}{\text{jam}}\right)}{1,5 \text{ (menit)}}$$

$$= 20 \text{ kg}$$

$$KP = \frac{20 \text{ kg}}{1 \text{ jam}} = 20 \text{ kg/jam}$$

2. Efisiensi Bahan sisa dapur Tercacah (EBT) dihitung menggunakan rumus :

$$EBT = \frac{BBT}{BBST} \times 100 \%$$

Dimana :

EBT = Efisiensi bahan sisa dapur tercakah (kg)

BBT = Berat bahan sisa dapur tercakah (kg)

BBST = Berat bahan sisa dapur sebelum tercakah (kg)

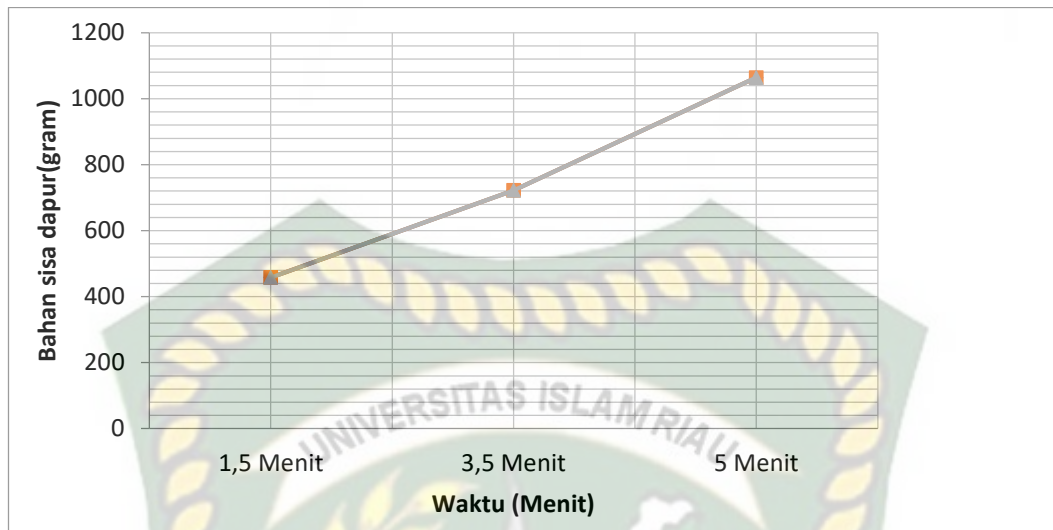
Maka :

$$\begin{aligned}
 \text{EBT} &= \frac{0,44 \text{ kg}}{0,50 \text{ kg}} \times 100\% \\
 &= 88 \%
 \end{aligned}$$

Pengujian dilakukan dalam tiga percobaan. Itu ditunjukkan pada Tabel 4.1. Tabel 4.1 Data pengujian.

Percobaan	Bahan sisa dapur (Gram)	Waktu (menit)	Bahan sisa dapur Tercakah (Gram)
1	500	1,5	458
2	800	3,5	722
3	1100	5	1064
Jumlah	2400	10	2244
Rata – rata	800	3,33	748

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa berat rata-rata adalah 748 gram dalam 3,33 menit dan 13,4 kg dalam 1 jam produksi.



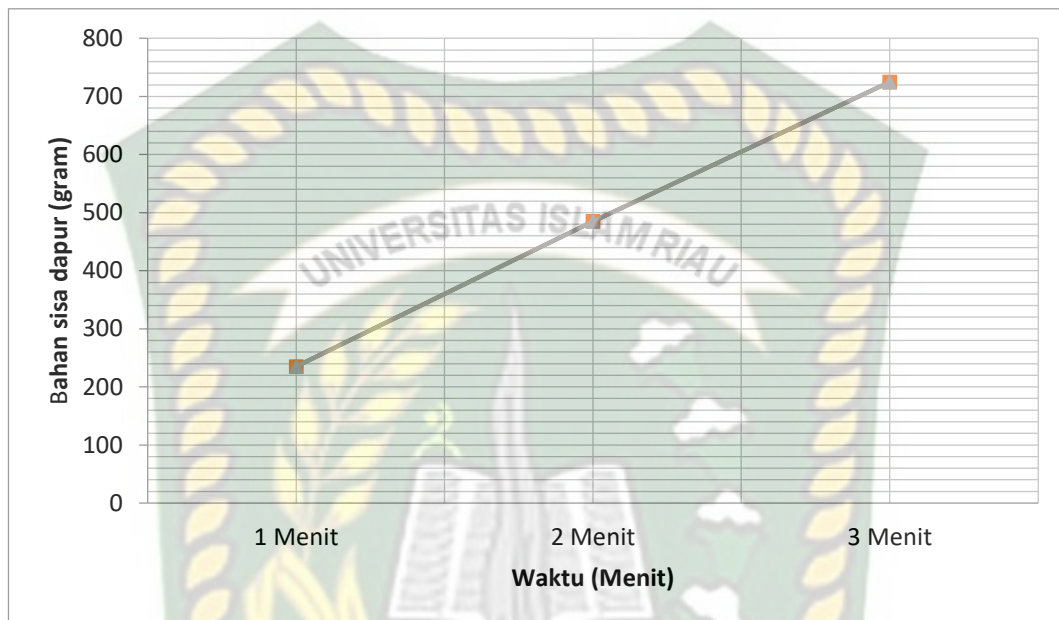
Gambar 4.4 Grafik hubungan antara bobot dan waktu

Dari grafik tersebut, jika berat sampah dapur 500 g, mesin pencacah dapat mencacah sampah dapur dalam waktu 1,5 menit, yang dapat dilihat dari grafik hubungan antara berat dan waktu. Semakin besar volume sampah dapur yang masuk, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk memotongnya.

Tabel 4.2 Data hasil pengujian sebelumnya

Percobaan	Bahan sisa dapur (Gram)	Waktu (menit)	Bahan sisa dapur Tercacah (Gram)
1	250	1	235
2	500	2	485
3	750	3	725
Jumlah	1500	6	1445
Rata – rata	500	2	481

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa berat rata-rata adalah 481 gram dalam 2 menit dan 14,4 kg dalam 1 jam produksi.



Gambar 4.5 Grafik hubungan bobot-waktu

Jika berat daunnya 750g, mesin penghancur sampah dapur dapat memotong sampah rumah tangga dalam 3 menit. Selain itu, dari grafik hubungan antara berat dan waktu terlihat bahwa semakin besar jumlah sampah yang akan di cacah maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mencacah sampah di dapur rumah.

- Bahan sampah sisa dapur rumah tangga



Gambar 4.6 bahan sisa dapur sebelum dicacah

- Bahan sampah sisa dapur yang sesudah dicacah



Gambar 4.7 bahan sisi dapur yang sudah dicacah

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Setelah penulis mendesain mesin penghancur sampah dapur dengan empat bilah, maka diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Spesifikasi mesin penghancur scraper dapur menggunakan empat buah bilah dengan kapasitas produksi 20 kg / jam, dimensi mesin berukuran panjang 100 cm x lebar 25 cm x tinggi 115 cm, tenaga penggerak berupa motor bor tangan 2800 rpm, angker 13 mm. Gunakan bingkai dengan besi.
2. Metode mesin pencacah bahan sisa dapur menggunakan pencacahan singular dengan 4 mata pisau untuk mencacah bahan sisa dapur secara terus menerus.
3. Mesin pencacah bahan sisa dapur menggunakan sistem transmisi yang digunakan langsung dengan kecepatan 2800 rpm yang diteruskan secara langsung,. menggunakan poros dengan diameter 13 mm berbahan besi angker.
4. Desain (*design*) mesin pencacah bahan sisa dapur menggunakan empat mata pisau menggunakan daya motor bor tangan 350 watt.
5. Pengujian mesin ini menunjukkan bahwa mesin berfungsi dengan baik dan dibuktikan dengan kehalusan sisa-sisa dapur yang dicincang halus dari 0 sampai 0,5 cm..

5.2 SARAN

Desain chopper pengerik dapur ini memenuhi ekspektasi, namun tidak sempurna. Maka, diperlukan penyempurnaan mesin pencacah bahan sisa dapur ini dengan pemikiran yang lebih kreatif. Berikut ini adalah saran yang bisa dijadikan pertimbangan :

1. Penyempurnaan pada proses perancangan design mesin ini.
2. Pertimbangan efisiensi biaya tidak membatasi kreatifitas dan inovasi perancangan, sehingga Tetap saja, ini menciptakan mesin yang lebih berkualitas dan lebih efektif untuk mendukung pekerjaan manusia, terutama petani kompos.
3. Ketajaman mata pisau sangat berpengaruh untuk mendapatkan potongan.
4. Lakukan perawatan mesin secara teratur untuk memperpanjang umur mesin.



DAFTAR PUSTAKA

1. Alfirman, fauzi. 2020. *Pengembangan Alat Mesin Pencacah Batang Pisang Tepat Guna Sebagai Pakan Ternak*. Universitas Islam Riau. Pekanbaru.
2. Bulelengkab.go.id pengertian dan pengelolaan sampah organic dan anorganic.
3. Darmawan, H. 2000. *Pengantar Perancangan Teknik (Perancangan Produk)*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
4. Robert L. Mott P.E. 2009. *Elemen-Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis 2*. Edisi 1. Penerbit Andi. Yogyakarta.
5. Sularso MSME, Kiyokatsu Suga. 2004. *Dasar Perencanaan dan Pemeliharaan Elemen Mesin*. PT Pradnya Paramita. Jakarta.
6. Calvin 2015-2016. Perbedaan pupuk cair dan pupuk padat. Kebunpedia.com
7. Wikipedia. Daun. <https://id.wikipedia.org/wiki/Daun.html> . Instruksi Presiden RI no. 3 tahun 2001 tentang Penerapan dan Pengembangan Teknologi Tepat Guna.
8. Rachamd Susanto. 2002. *Penerapan pertanian organic*. Kanisius. Yogyakarta.