



# REKAYASA CATIA V5R20 DAN PENGGUNAAN MESIN PENCACAH ECENG GONDOK SEBAGAI SUMBER ENERGI BIOGAS

Jefri Marulitua Lumban Tobing<sup>a\*</sup>, Rikki Parulian Hutabarat<sup>a</sup>, Aldian Ramadhan<sup>a</sup>, Titah Christina Silitonga<sup>a</sup>, Jenny Monica Pangaribuan<sup>a</sup>, Rahmawaty<sup>a</sup>, Bagus Giri Yudanto

<sup>a</sup>Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan, Jl. Almamater No.1, Padang Bulan, Kec. Medan Baru, Medan, Sumatera Utara 20155, Indonesia

<sup>b</sup>Pusat Penelitian Kepala Sawit, Jl. Brigjen Katamso No. 51 Kampung Baru, Medan, Sumatera Utara, 20158, Indonesia

\*Corresponding authors at: [jefrilumban@students.polmed.ac.id](mailto:jefrilumban@students.polmed.ac.id) (J. M. Lumban Tobing) Tel: +62 822-7495-5643

## INFO ARTIKEL

### Riwayat artikel:

Diajukan pada 09 Mei 2023

Direvisi pada 12 Juni 2023

Disetujui pada 07 Juli 2023

Tersedia daring pada 15 Agustus 2023

### Kata kunci:

Eceng gondok, mesin pencacah, desain, CATIA.

### Keywords:

Hyacinth, chopping machine, design, CATIA.

## ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk yang sangat tinggi menyebabkan perkembangan industri yang pesat dan ini memberikan dampak pada permintaan konsumsi energi fosil yang terus meningkat. Konsumsi energi yang meningkat memberikan efek kondisi lingkungan yang menurun. Pemanfaatan sumber energi alternatif terbarukan dan ramah lingkungan menjadi suatu pilihan yang terus dikembangkan. Hal ini menjadi salah satu alternatif mengembangkan dan merancang mesin yang dapat memanfaatkan eceng gondok sebagai energi alternatif di tengah sulitnya mencari bahan bakar terbarukan berupa biogas dan dapat dimanfaatkan bagi masyarakat. Cara kerja mesin pencacah eceng gondok dengan mengkonversikan biomasa menjadi biogas yaitu eceng gondok akan dimasukkan melalui inlet ke rumah pencacah yang di lengkapi dengan 3 mata pisau yang berputar secara horizontal. Eceng gondok yang tercacah akan langsung masuk kedalam tabung pengaduk yang dilengkapi dengan pengaduk yang terhubung dari motor listrik berdaya 1 HP dengan putaran 1400 [rpm] dan tersampung ke gearbox 1:40 dengan size 50. Dalam membuat mesin pencacah hal perlu dilakukan yaitu menentukan konsep desain yang telah memenuhi kriteria mesin pencacah, selanjutnya lakukan pendesainan menggunakan CATIA V5R20 untuk menentukan dimensi setiap komponen mesin. Ketika setiap komponen memiliki dimensi ukuran yang ditentukan maka tahap akhir pendesainan adalah dengan menggabungkan setiap komponen menjadi satu tahapan sehingga menjadi bentuk utuh suatu mesin.

## ABSTRACT

Rapid industrial progress has resulted in an ever-increasing demand for fossil energy consumption due to rapid population increase. Increased energy use has a negative impact on environmental circumstances. Utilisation of alternative renewable and environmentally friendly energy sources is a developing possibility. This is an option to inventing and building devices that can use water hyacinth as an alternative energy source in the face of the difficulties of obtaining renewable fuels in the form of biogas that can be used for community purposes. The water hyacinth will be inserted through the entrance into the chopper house, which is equipped with three horizontally rotating blades. The chopped water hyacinth will enter the stirrer tube, which is equipped with a stirrer powered by a 1 HP electric motor with a rotational speed of 1400 rpm and housed in a 1:40 gearboxes with a size of 50. To make a chopping machine, first identify the design concept that has fulfilled the criteria of the chopping machine, then design the machine using CATIA V5R20 to calculate the measurements of each machine component. When each component has a specific size dimension, the final stage of design is to merge all of the components into one stage so that it becomes a complete machine form.

## 1. PENGANTAR

Kenaikan harga bahan bakar minyak mengakibatkan kehidupan masyarakat prihatin dengan keadaan ekonomi yang sulit. Masyarakat berusaha mencari sumber energi alternatif, ada yang menggunakan energi matahari, energi air maupun energi angin. Namun, sejauh ini masih belum ditemukan sumber energi yang benar-benar bisa menggantikan bahan bakar minyak. Sumber energi alternatif yang relatif sederhana dan sangat cocok untuk masyarakat pedesaan yaitu biogas. Biogas adalah gas mudah terbakar (*flammable*) yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri-bakteri anaerob (bakteri yang hidup dalam kondisi kedap udara). Gas metan terbentuk karena proses fermentasi secara anaerobik (tanpa udara) oleh bakteri metan atau disebut juga bakteri anaerobik dan bakteri biogas yang mengurangi sampah-sampah yang banyak mengandung bahan organik (biomassa) sehingga terbentuk gas metan ( $\text{CH}_4$ ) yang apabila dibakar dapat menghasilkan energi panas (Suparni Setyowati Rahayu dkk., 2023; Fahma Riyanti dkk., 2015). Manfaat energi biogas adalah sebagai pengganti bahan bakar, khususnya minyak tanah yang dipergunakan untuk memasak. Dalam skala besar, biogas dapat digunakan sebagai pembangkit energi listrik. Disamping itu, dari proses produksi biogas akan dihasilkan sisa kotoran ternak yang dapat langsung dipergunakan sebagai pupuk organik pada tanaman/budidaya pertanian (Ismail Marzuki dkk., 2019; Herman Nawir dkk., 2018).

Enceng gondok (*Eichornia crassipes*) merupakan tumbuhan air yang tumbuh di rawarawa, danau, waduk dan sungai yang alirannya tenang. Salah satu jenis tumbuhan air mengapung dan enceng gondok pertama kali ditemukan secara tidak sengaja oleh seorang ilmuwan bernama Carl Friedrich Philipp von Martius, seorang ahli botani berkebangsaan Jerman pada tahun 1824 ketika sedang melakukan ekspedisi di Sungai Amazon Brasil. Enceng gondok memiliki kecepatan tumbuh yang tinggi sehingga tumbuhan ini dianggap sebagai gulma yang dapat merusak lingkungan perairan. Enceng gondok dengan mudah menyebar melalui saluran air ke badan air lainnya (Ismail Fikri Natadiwijaya dan Dwi Fauzi Rachman, 2022).

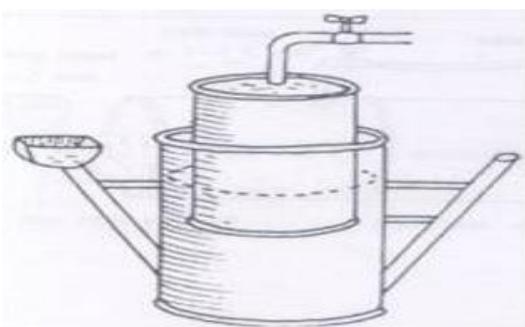
Pertumbuhan enceng gondok yang cepat terutama disebabkan oleh air yang mengandung nutrien yang tinggi, terutama yang kaya akan nitrogen, fosfat dan potasium. Kandungan garam dapat menghambat pertumbuhan enceng gondok seperti yang terjadi pada danau-danau didaerah pantai Afrika Barat, dimana enceng gondok akan bertambah sepanjang musim hujan dan berkurang saat kandungan garam naik pada musim kemarau. Selain dikenal dengan nama enceng gondok, di beberapa daerah di Indonesia, enceng gondok mempunyai nama lain seperti di daerah Palembang dikenal dengan nama Kelipuk, di Lampung dikenal dengan nama Ringgak, di Dayak dikenal dengan nama Ilung-ilung, di Manado dikenal dengan nama Tumpe (Arif Kresno Prasetyo dkk., 2015). Teknologi yang digunakan untuk mengkonversi gulma air dalam hal ini enceng gondok menjadi energi berupa biogas. Konversi biologi berupa biogas ini termasuk teknologi yang memiliki efisiensi tinggi karena residu proses biogas juga dapat dimanfaatkan sebagai produk berkualitas tinggi. Teknik pembuatan biogas yang sesuai menggunakan reaktor 2 tahap atau menggunakan reaktor tipe *portable* tipe portable karena lebih mudah dalam proses rancang bangunnya serta lebih ekonomis dalam pembuatan serta pemeliharannya Ismail Fikri Natadiwijaya dan Dwi Fauzi Rachman, 2020; Megawati dan Kendali Wongso Aji, 2015.). Pada penelitian melakukan desain dan penggunaan mesin pencacah eceng gondok menggunakan *software computer aided three-dimensional interactive application* (CATIA) yaitu CATIA V5R20 untuk perhitungan kapasitas dari mesin pencacah eceng gondok untuk menghasilkan biogas.

### 1.1 Mesin Pencacah

Mesin pencacah merupakan suatu mesin yang digunakan untuk mencacah atau menghancurkan suatu objek seperti: eceng gondok atau yang lainnya menggunakan pisau yang dipasang pada poros yang terhubung pada sistem transmisi ke motor penggerak sebagai sumber penggerak pisau. Prinsip mesin pencacah yaitu ketika motor dinyalakan poros yang telah dipasang mata pisau akan berputar. Kemudian bahan dimasukkan ke dalam tabung pencacah melalui corong masukan (*inlet hopper*). Mata pisau yang ada di dalam tabung pencacah akan memotong bahan hingga ke bagian-bagian kecil. Hasil cacahan yang telah terpotong akan otomatis keluar melalui corong keluaran (*outlet hopper*). Hasil cacahan tersebut bisa kita gunakan sesuai dengan jenis bahan yang dicacah. Alat penghasil biogas memiliki beberapa modeh tapi pada dasarnya prinsip kerjanya masih sama. Perbedaan ini hanya terletak pada kontruksi pembuatan alat ini, seperti berikut (Cahya Sutowo dkk., 2011; Bahrul Ilmi, 2017):

#### a. Model Vertikal

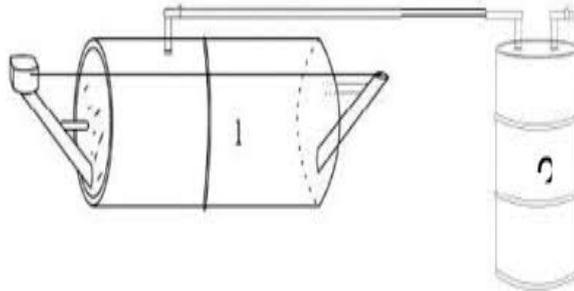
Model vertikal adalah model yang paling sederhana dimulai dari bahan yang digunakan dan cara pembuatannya. Dalam proses pembuatannya hanya menggunakan dua drum yang masing-masing berukuran 200 liter dan 120 liter. Gambar 1 menunjukkan tabung pengumpulan gas bersatu dengan tabung fermentasi. Proses kerja alat ini dengan memasukkan kotoran yang sudah diencerkan dan eceng gondok yang sudah dicacah kedalam tabung fermentasi. Kelebihan model vertikal adalah biaya pembuatannya yang murah dan perawatannya cukup mudah. Namun model ini memiliki kekurangan dimana gas yang dihasilkan tidak terlalu banyak dan tidak praktis saat melakukan pengisian ulang.



Gambar 1: Alat penghasil biogas vertikal

b. Model Horizontal

Model horizontal adalah kebalikan dari model vertikal dimana model ini dapat menghasilkan gas yang lebih banyak serta dalam pengisiannya dapat dilakukan secara terus menerus. Model horizontal ini juga lebih praktis dalam pengoperasian dan pengisian ulangnya sesuai pada gambar 2. Model ini memiliki tabung fermentasi dan tabung pengumpul gas terpisah. Namun model ini juga masih memiliki kekurangan yaitu proses pembuatannya yang cukup rumit dan biaya pembuatannya yang besar.



Gambar 2: Alat penghasil biogas horizontal

### 1.2 Komponen Utama Mesin Pencacah Eceng Gondok

Mesin pencacah eceng gondok ini memiliki komponen-komponen penting penting dalam pembuatannya. Komponen-komponen tersebut adalah (Suparni Setyowati Rahayu dkk., 2023; Bahrul Ilmi, 2017; Arif Kresno Prasetyo dkk., 2015):

a. Motor listrik

Motor listrik adalah mesin yang menggunakan energi listrik dan mengubahnya menjadi energi mekanik (putaran). Motor listrik beroperasi melalui interaksi antara medan magnet motor dan arus listrik pada lilitan kawat untuk menghasilkan gaya dalam bentuk torsi yang diterapkan pada poros motor. Motor listrik dapat digerakkan dengan sumber arus searah (DC), bisa dengan menggunakan penyearah, baterai atau dengan sumber arus bolak-balik (AC), seperti jaringan listrik, inverter, atau generator listrik.

b. Transmisi Sabuk Dan Puli (*Belt and Pulley*)

Sabuk merupakan komponen mesin fleksibel yang berfungsi memindahkan tenaga atau putaran dari satu komponen ke komponen yang lain. Misal dalam rancang bangun ini sabuk digunakan untuk mentransmisikan putaran motor ke putaran poros mata pisau dan *gearbox* yang digunakan sebagai sistem transmisi pada pengaduk. Fungsi dari puli adalah mentransmisi atau memindahkan putaran yang dihasilkan dari motor listrik ke puli lainnya yang dihubungkan oleh sabuk sebagai penghantar putaran. Dalam perancangan mesin pencacah fungsi puli ini adalah sebagai penggerak mata pisau.

c. Mata Pisau

Mata pisau merupakan alat yang digunakan untuk memotong eceng gondok. Pisau yang digunakan untuk memotong eceng gondok ada 3 buah. Dalam pembuatan mesin ini digunakan mata pisau dinamis yaitu pisau yang bergerak seiring dengan putaran poros.

d. Poros

Poros merupakan bagian terpenting dari mesin dimana poros berfungsi untuk mentransmisi tenaga bersama dengan putaran. Poros pada perancangan mesin pencacah eceng gondok untuk menghasilkan biogas berfungsi untuk meneruskan putaran motor listrik ke mata pisau pencacah eceng gondok.

e. Pisau Pencacah

Pisau pencacah berfungsi untuk mencacah objek yang dimasukkan kedalam rumah pencacah. Pisau harus terbuat dari bahan yang kuat untuk mengurangi kerusakan pada pisau seperti retak atau patah saat beroperasi. Berdasarkan letaknya pisau dapat diposisikan secara vertikal maupun horizontal. Pada mesin pencacah eceng gondok untuk menghasilkan biogas, kami menggunakan pisau dengan posisi horizontal sebagai alat perajangnya. Dimana hal tersebut disesuaikan dengan bentuk mesin pencacah untuk menjaga keamanan pengguna dalam pengoperasian mesin tersebut.

f. Bantalan (*Bearing*)

Bantalan merupakan salah satu elemen mesin yang berfungsi untuk menumpu poros berbeban sehingga gerak bolak-balik maupun putaran poros berjalan dengan mulus sehingga kinerja poros maksimal serta meminimalisir kerusakan.

g. *Gearbox*

*Gearbox* merupakan salah satu sistem transmisi yang berfungsi untuk memindahkan dan mengubah tenaga dari motor yang berputar yang digunakan untuk memutar *spindle* mesin maupun melakukan gerakan *feeding*. Selain itu *gearbox* juga dapat menurunkan kecepatan putaran dari putaran asli, penggerak putaran asli itu biasanya disebut dengan motor. Pada rancang bangun mesin pencacah eceng gondok untuk menghasilkan biogas ini *gearbox* digunakan sebagai sistem transmisi untuk memutar pengaduk pada drum

penampung hasil cacahan dimana eceng gondok akan dicampur merata dengan kotoran sapi untuk membantu proses fermentasi pada pembuatan biogas.

h. Kopling

Kopling merupakan penghubung antara dua poros pada kedua ujungnya dengan tujuan untuk mentransmisikan daya mekanis. Penggunaan kopling diharapkan dapat mengurangi karakteristik getaran dari dua poros yang berputar serta untuk menghindari beban kerja berlebih. Pada rancang bangun mesin pencacah eceng gondok untuk menghasilkan biogas, kopling dipakai untuk menghubungkan poros *gearbox* dengan poros pengaduk bahan.

i. Drum

Drum merupakan wadah yang digunakan untuk menampung bahan cair maupun padat. Drum biasanya terbuat dari plastik maupun logam tergantung pada fungsi dari drum tersebut. Dalam mesin pencacah untuk menghasilkan biogas drum yang kami gunakan berfungsi sebagai tempat fermentasi eceng gondok yang sudah dicampur dengan kotoran.

j. Pengaduk

Pengaduk merupakan alat yang digunakan untuk mencampur dua bahan atau lebih. Bahan yang dapat dicampur dapat berupa cairan, benda padat, maupun adonan. Pengaduk biasanya digunakan untuk mencampur bahan padat dengan bahan cair seperti tepung dengan air dalam pembuatan kue, pembuatan beton, dan lain sebagainya. Pada mesin pencacah eceng gondok untuk menghasilkan biogas, pengaduk digunakan untuk mencampur eceng gondok dengan kotoran sapi yang nantinya digunakan sebagai bahan pembuatan biogas.

### 1.3 Komponen Pendukung Mesin Pencacah Eceng Gondok

Adapun komponen-komponen pendukung mesin pencacah eceng gondok untuk menghasilkan biogas meliputi:

a. Barometer

Barometer merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur tekanan udara ataupun berat atmosfer. Pada proses ini barometer berfungsi sebagai alat ukur yang digunakan untuk mengukur tekanan udara yang dihasilkan dari biogas selama proses fermentasi. Barometer ini diletakkan pada drum fermentasi biogas.

b. Termometer

Termometer merupakan alat ukur yang digunakan sebagai indikator untuk mengukur suhu atau perubahan suhu. Pada proses ini termometer berfungsi sebagai alat ukur perubahan suhu dalam drum fermentasi. Thermometer ini diletakkan pada drum fermentasi biogas.

c. Kran angin

Kran angin ini berfungsi sebagai alat untuk mengeluarkan tekanan biogas yang terdapat dalam tabung fermentasi selama proses fermentasi serta sebagai alat untuk mengetahui nyala api dari biogas.

d. Selang

Selang berfungsi sebagai saluran keluarnya biogas yang berasal dari drum fermentasi.

e. Roda

Roda digunakan untuk dapat mempermudah pemindahan alat. Pada rancang bangun mesin pencacah eceng gondok digunakan sebanyak delapan roda. Empat roda ditempatkan pada rangka mesin pencacah dan empat roda ditempatkan pada rangka tabung fermentasi. Roda tang digunakan memiliki kemampuan untuk menopang beban seberat 200 kg.

### 1.4 Software Computer Aided Three-Dimensional Interactive Application (CATIA)

CATIA adalah model desain ergonomik yang digunakan untuk menganalisis tempat kerja beserta factor-faktor ergonomiknya. Aspek-aspek ergonomi dalam rancang bangun merupakan faktor yang penting dalam menunjang pembuatan suatu proses dan produk. Faktor ergonomi digunakan untuk efisiensi dan keselamatan yang mempertimbangkan karakteristik alat dengan operator yang akan menggunakan alat tersebut. Perubahan teknologi yang cepat dan persaingan produktivitas yang semakin ketat maka penggunaan *software* CATIA. Dalam rangka melakukan perancangan fasilitas kerja yang optimum dari suatu alat maka hal-hal yang diperhatikan adalah factor Panjang dari suatu dimensi dalam posisi statis maupun dinamis (Rahmad Hidayat dan Malikul Adil, 2008; Yani Prabowo dkk., 2020). Perancangan sangat penting untuk dilakukan agar mewujudkan suatu produk yang cocok dan sesuai dengan keinginan dan kebutuhan manusia. Perancangan produk di dalamnya sudah terdapat aspek teknik, seperti penggantian atau pertukaran komponen, assembly, finishing dalam pembuatan suatu produk (Silvia Uslianti, 2020).

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Alat Desain

Alat yang digunakan untuk membuat gambar desain mesin pencacah eceng gondok menghasilkan biogas sebagai berikut:

a. Laptop

Laptop adalah bagian penting dalam membuat desain dari mesin pencacah eceng gondok untuk menghasilkan biogas termasuk juga komponen-komponen didalamnya seperti: pisau, motor listrik, *bearing*, *gearbox*, *frame*, drum dan lain sebagainya. Perancangan ini menggunakan laptop ACER dengan windows 8 yang tentunya sudah mendukung untuk melakukan segala aktifitas desain.

b. CATIA

CATIA adalah *software* atau perangkat lunak yang digunakan untuk membuat desain, perancangan dan menentukan ukuran mesin pencacah eceng gondok untuk menghasilkan biogas dalam bentuk *prototipe*. Untuk mendukung semua penelitian tersebut penulis menggunakan *software* CATIA V5R20 dalam merancang serta membuat desain mesin. Disini penulis menggunakan *software* CATIA V5R20 yang sudah mendukung untuk segala keperluan mendesain dalam bentuk 2 dimensi maupun 3 dimensi.

c. Kertas

Kertas adalah sebagai wadah pembuatan sketsa dan desain awal dari mesin pencacah eceng gondok untuk menghasilkan biogas kedalam bentuk 2 dimensi.

d. Pensil

Pensil digunakan sebagai alat tulis untuk membuat desain awal, ukuran dan bentuk kasar dari mesin pencacah eceng gondok menghasilkan biogas kedalam bentuk 2 dimensi.

e. Penggaris

Penggaris digunakan untuk membuat garis dan ukuran pada mesin pencacah eceng gondok untuk menghasilkan biogas. Alat yang digunakan untuk membuat mesin pencacah eceng gondok untuk menghasilkan biogas yaitu mesin las listrik, siku, gerinda, meteran, kunci inggris, kuas, palu, ampas dan lainnya.

## 2.2 Cara kerja Mesin Pencacah Eceng Gondok Untuk Menghasilkan Biogas

Prinsip kerja dari mesin pencacah eceng gondok menghasilkan biogas yaitu dengan memasukkan eceng gondok ke dalam lubang masuk rumah pencacah, eceng gondok akan tercacah oleh 3 pisau pencacah horizontal dan keluar menuju ke tabung pengaduk. Didalam tabung pengaduk eceng gondok yang sudah tercacah akan dicampur oleh larutan kotoran sapi dan M4 yang akan diaduk oleh pengaduk yang diputar oleh *gearbox* melalui sistem transmisi sabuk dan puli yang terhubung ke motor listrik 1 HP sebagai sumber putaran. Selanjutnya ketika semua bahan fermentasi tercampur merata bahan fermentasi akan keluar melalui lubang keluaran di tabung pengaduk dan akan dimasukkan secara manual kedalam tabung fermentasi.

## 2.3 Langkah Desain dan Perancangan CATIA

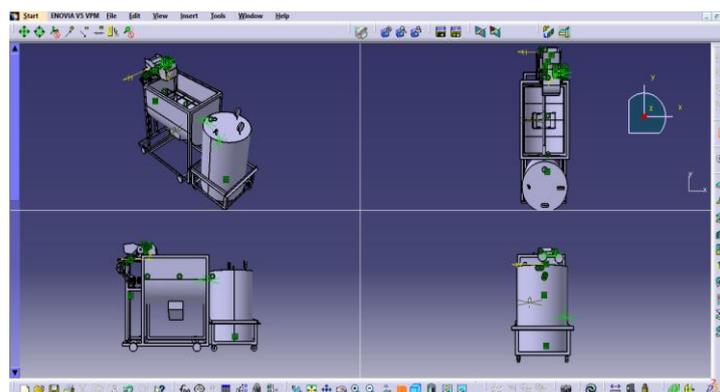
Ada beberapa hal yang harus dipersiapkan dalam langkah perancangan dan pembuatan desain mesin pencacah eceng gondok untuk menghasilkan biogas sebagai berikut:

- Perencanaan desain bertujuan untuk mendapatkan desain yang selanjutnya akan diterapkan pada alat tersebut.
- Perencanaan awal ini dimulai dari bentuk penyusunan dan ukuran alat yang dibuat dengan menggunakan *software* CATIA dan dilakukan pemilihan bahan yang sesuai untuk perangkaian alat ini.
- Pembuatan Mesin berdasarkan desain, dimensi dan kebutuhan alat.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Perancangan Mesin Pencacah Eceng Gondok

Perancangan dan keseluruhan sistem pembuatan mesin pencacah eceng gondok menggunakan *software* CATIA untuk menghasilkan biogas dapat dilihat pada gambar 3.



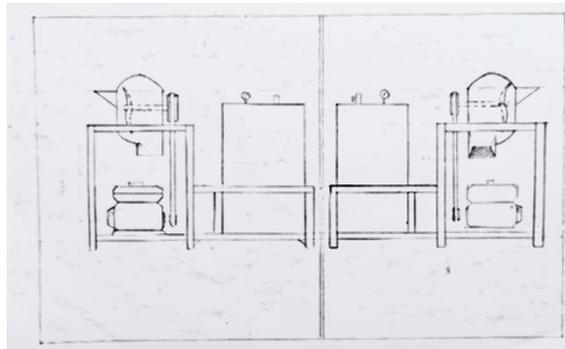
Gambar 3: Desain mesin pencacah eceng gondok

### 3.2 Pembahasan

#### 3.2.1 Pemilihan Konsep

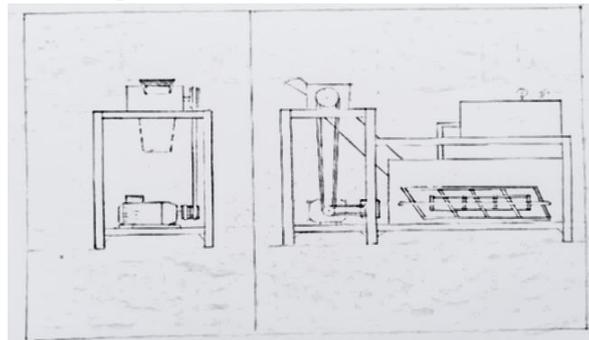
Pemilihan konsep desain bertujuan untuk membuat desain rancangan yang sesuai dengan kebutuhan dan keperluan tahan perancangan. Pemilihan konsep desain juga dapat menentukan keefektifan dari kerja mesin, sehingga mesin dapat bekerja dengan baik seperti seharusnya. Pemilihan dan penilaian ini menunjukkan kelebihan dan kekurangan mesin dari desain sebelumnya. Beberapa konsep yang diajukan dalam pembuatan mesin pencacah eceng gondok untuk menghasilkan biogas antara lain:

- a. Konsep pertama adalah konsep yang didesain dengan konstruksi yang sederhana dengan biaya yang terjangkau dalam pemilihan bahan dan perawatannya yang mudah. Namun tingkat pengoperasian yang masih diragukan keamanannya serta pisau yang didesain dengan posisi vertikal membuat hasil pencacahan yang dihasilkan tidak merata dan tidak stabil seperti pada gambar 4.



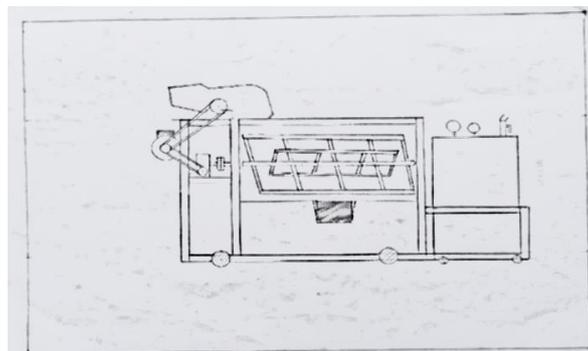
Gambar 4: Konsep Pertama

- b. Konsep kedua adalah konsep yang didesain dari kekurangan pada konsep pertama dan menambahkan beberapa inovasi didalamnya dan merubah posisi pisau vertikal menjadi horizontal seperti gambar 5. Konsep ini memberikan hasil cacahan menjadi lebih merata dan stabil. Konsep kedua desain mesin pencacah eceng gondok untuk menghasilkan biogas memiliki konstruksi yang rumit dikarenakan penambahan pengaduk yang terhubung di *gearbox* dari motor listrik ke tabung fermentasi sebagai inovasi untuk memudahkan setiap bahan yang digunakan untuk fermentasi eceng gondok menjadi biogas tercampur dengan sempurna. Konsep kedua memiliki kekurangan dikarenakan inovasi yang ditambahkan membuat tabung fermentasi menjadi tidak vakum (hampa udara) sehingga eceng gondok tidak dapat difermentasi dengan sempurna dan tingkat kegagalan menjadi sangat tinggi.



Gambar 5: Konsep Kedua

- c. Konsep ketiga desain mesin pencacah eceng gondok untuk menghasilkan biogas adalah konsep yang didesain untuk mengurangi kerugian dan kelemahan dari konsep pertama dan konsep kedua. Konsep ketiga mempertahankan kelebihan-kelebihan dari kedua konsep yang telah dibuat yaitu dengan tetap memposisikan mata pisau horizontal, inovasi pengaduk didalamnya dan menjaga kevakuman pada tabung fermentasi. Maka konsep ketiga dapat didesain terdapat pada gambar 6.



Gambar 6: Konsep Ketiga

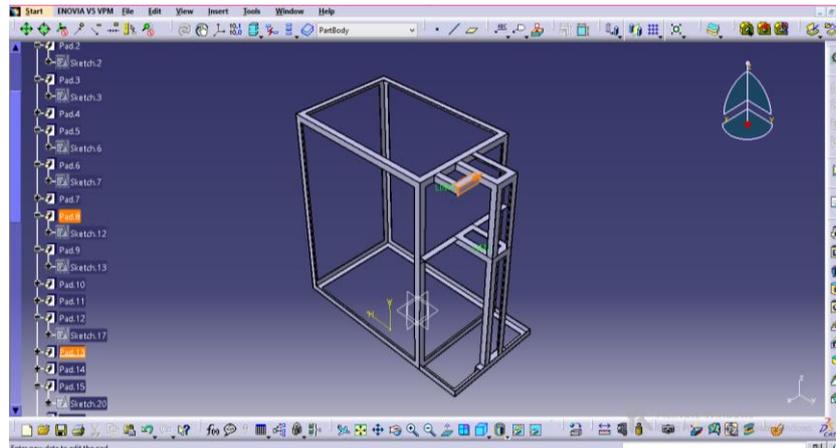
### 3.2.2 Pembuatan Dimensi Pada Desain

Pada pembahasan ini adalah tahapan dimana konsep desain yang sudah ditentukan akan dibuat dimensi purwarupa pada *software* CATIA V5. Sebagai pedoman untuk perealisasi atau pembuatan rancang bangun mesin pencacah eceng gondok untuk menghasilkan biogas.

#### a. Desain rangka (*frame*)

Material pembuatan frame atau rangka terdiri dari besi siku berukuran  $35 \times 35 \times 2$  mm. Untuk ukuran tahapan disesuaikan dengan kapasitas mesin yang dapat mencakup 30 kg/jam. Setiap pengabungan besi siku akan menggunakan proses *welding* atau pengelasan dengan ukuran pada gambar 7.

Panjang : 890 mm  
 Lebar : 610 mm  
 Tinggi : 1080 mm  
 Tebal : 2 mm

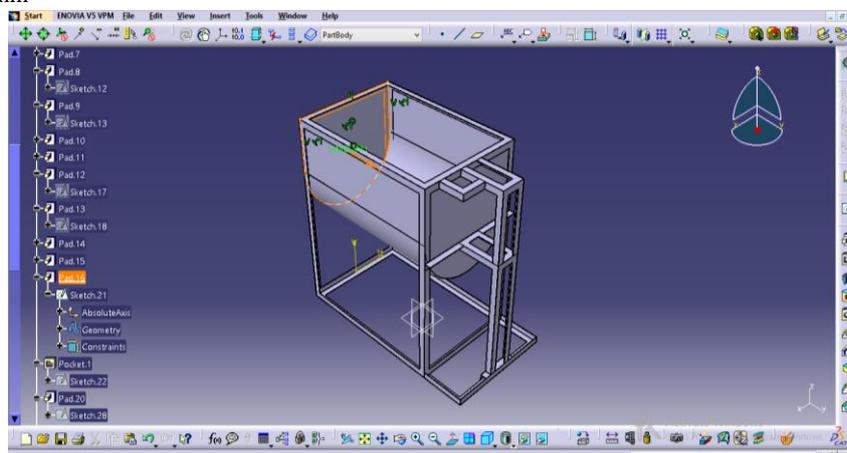


Gambar 7: Desain rangka (*frame*)

#### b. Desain Tabung Pengaduk

Material tabung pengaduk terbuat dari drum besi yang dibelah memanjang bagian samping drum agar menghasilkan bentuk yang sesuai seperti gambar 8.

Panjang : 890 mm  
 Lebar : 61 mm  
 Tebal : 1 mm

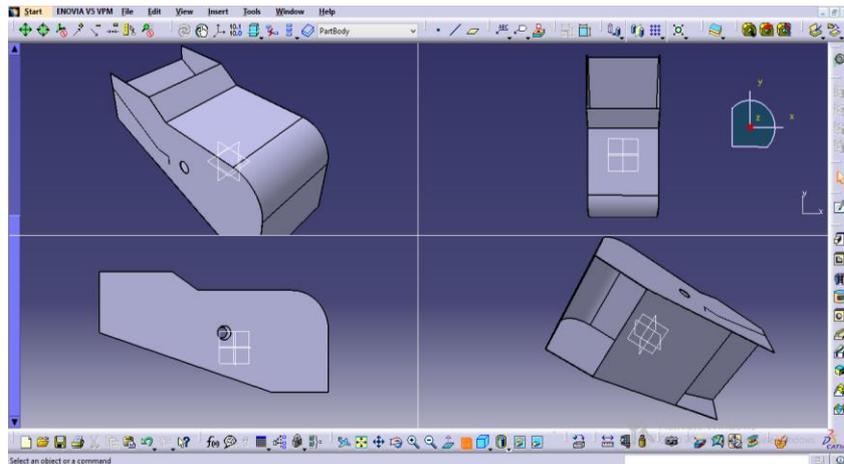


Gambar 8: Desain tabung pengaduk

#### c. Desain Cover Atau Rumah Mesin Pencacah

Bahan material *cover* atau rumah pencacah terbuat dari plat stainless. Desain rumah pencacah juga dibentuk sesuai dengan kondisi ukuran mata pisau dan juga cara pengoperasiannya seperti pada gambar 9.

Panjang : 440 mm  
 Lebar : 220 mm  
 Tinggi : 180 mm  
 Tebal : 1 mm



**Gambar 9:** Desain *cover* atau rumah pencacah

d. Desain sistem pencacah mata pisau di mesin pencacah

Bahan material dari mata pisau pencacah terbuat dari baja *stainless* yang dimana bahan ini sudah kuat untuk mencacah berbagai objek lunak seperti eceng gondok seperti gambar 10.

Panjang : 200 mm

Lebar : 40 mm

Tebal : 1 mm

Untuk poros dan dudukan mata pisau memiliki ukuran:

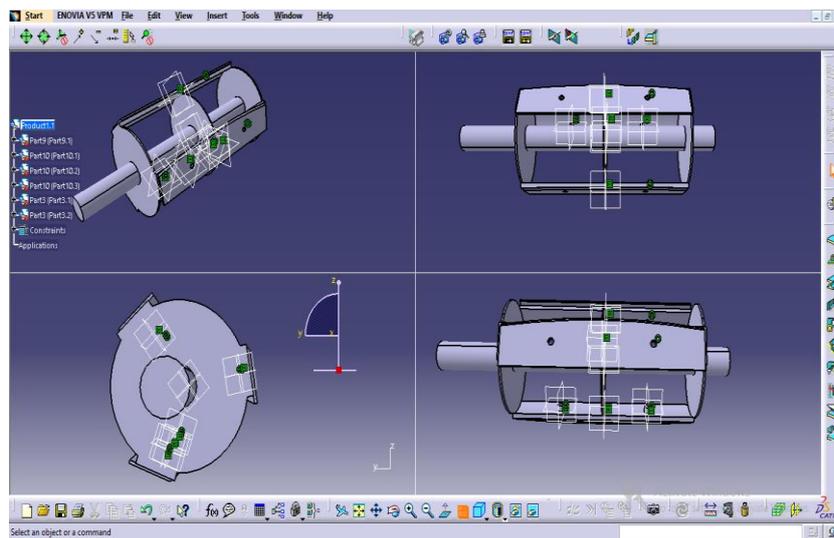
Panjang poros : 270 mm

Dimeter poros : 1 inci

Panjang Plat : 200 mm

Lebar plat : 30 mm

Tebal Plat : 2 mm



**Gambar 10:** Desain sistem pencacah mata pisau

e. Desain sistem pendukung

Untuk material sistem pendukung yaitu terbuat dari besi beton polos yang berukuran diameter 10 mm dan terdiri dari beberapa batang besi seperti gambar 11.

Panjang : 850 mm

Diameter : 40 mm

Untuk panjang poros dan pat pendukung berukuran :

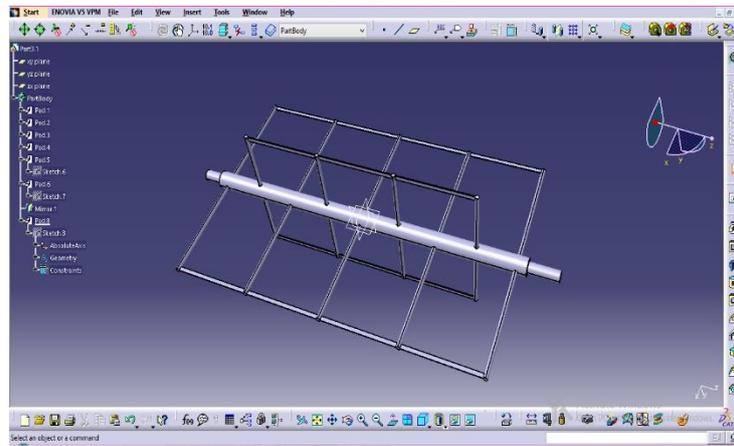
Panjang poros : 1000 mm

Dimeter poros : 1 inci

Panjang plat : 800 mm dan 600 mm

Lebar plat : 1 inci

Tebal plat : 2 mm



Gambar 11: Desain sistem pendukung

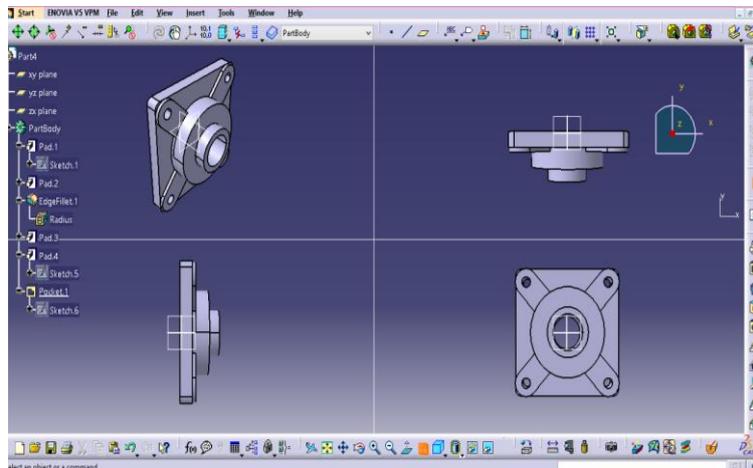
f. Desain *bearing flange*

Mesin pencacah eceng gondok untuk menghasilkan biogas ini menggunakan 4 *bearing* yang dimana 2 *pulley* diantaranya *pulley flange* dengan ukuran *bearing flange* adalah 1 inci seperti gambar 12.

Diameter *bearing flange*: 1 inci

Panjang : 95 mm

Lebar : 95 mm

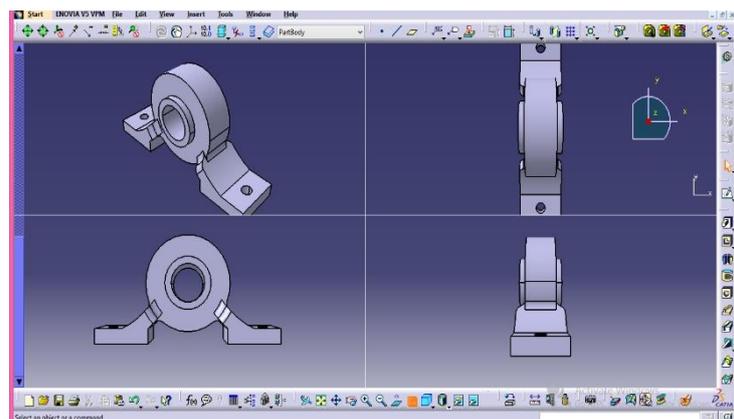
Gambar 12: Desain *bearing flange*g. Desain bantalan *pillow block*

Diantara 4 bantalan (*bearing*) yang digunakan 2 bantalan *Pillow Block* yang ukuran diameternya yaitu 1 inci yang digunakan untuk menopang poros mata pisau seperti gambar 13.

Diameter : 1 inci

Panjang : 140 mm

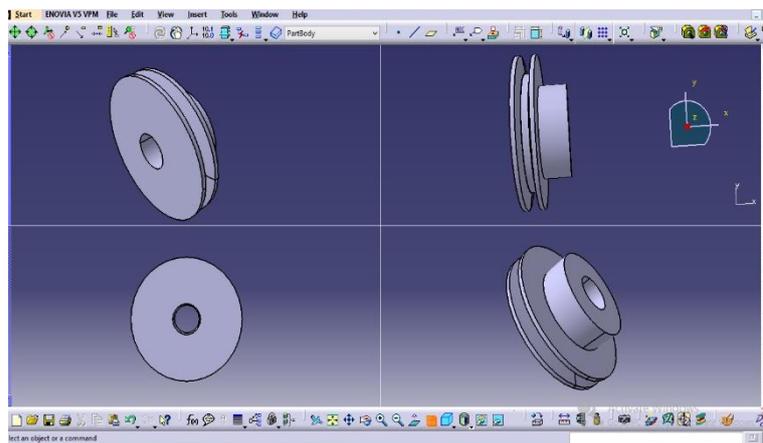
Lebar : 40 mm

Gambar 13: Desain *Bearing Pillow Block*

h. Desain *pulley*

Mesin pencacah eceng gondok memiliki 3 *pulley* yang masing-masing terletak di poros motor listrik, poros mata pisau dan poros *gearbox* seperti pada gambar 14.

- Puli Penggerak Motor Listrik
  - Diameter luar : 500 mm
  - Diameter dalam : 190 mm
  - Tebal : 45 mm
  - 2 Alur : 6 mm
- Puli penggerak Mata Pisau
  - Diameter luar : 1020 mm
  - Diameter dalam : 1 inci
  - Tebal : 45 mm
  - Alur : 6 mm
- Puli Penggerak *Gearbox*
  - Diameter luar : 500 mm
  - Diameter dalam : 130 mm
  - Tebal : 45 mm
  - Alur : 6 mm

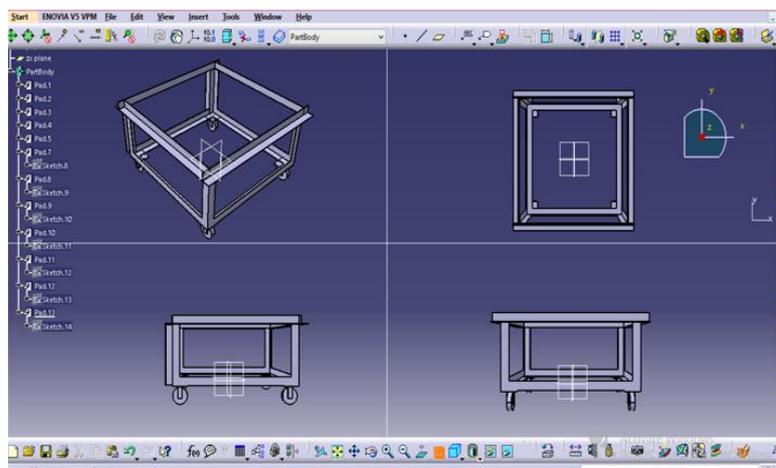


Gambar 14: Desain *pulley*

## i. Rangka tabung fermentasi

Rangka tabung fermentasi berbeda dengan rangka utama Mesin Pencacah Eceng Gondok Untuk Menghasilkan Biogas. Sebagai untuk mengurangi tempat diperlukan dan supaya mudat dalam memindahkan mesin. *Frame* juga menggunakan besi siku sebagai medianya.

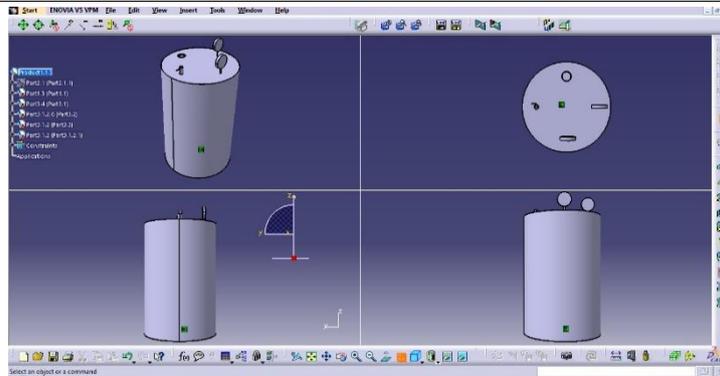
- Panjang : 600 mm
- Lebar : 600 mm
- Tinggi : 250 mm
- Tebal : 2 mm



Gambar 15: Desain rangka tabung fermentasi

## j. Desain tabung fermentasi

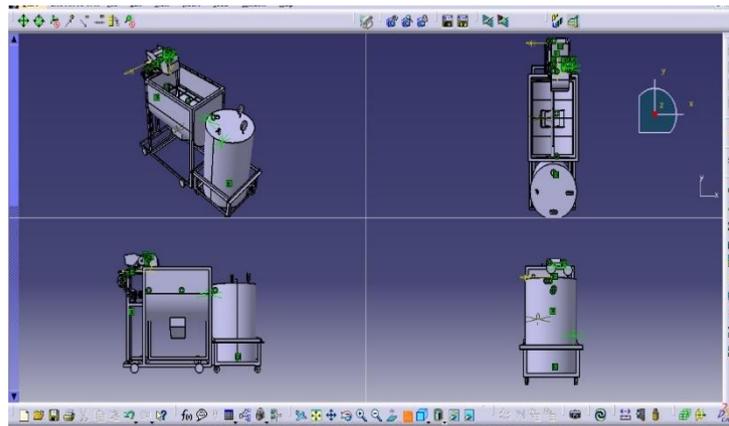
Tabung fermentasi pada dasarnya tidak banyak diubah, hanya saja ada penambahan pada tabung fermentasi berupa : keran, termometer dan *pressure gauge* seperti pada gambar 16.



Gambar 16: Desain tabung fermentasi

k. Hasil perakitan (*assembly*)

Setiap komponen dan elemen-elemen mesin yang sudah didesain sesuai dengan konsep desain dan ukuran dimensi. Maka tahap akhir dari pendesainan yaitu dengan menggabungkan setiap *part* atau *assembly* kedalam satu rangka.



Gambar 17. Assembly elemen-elemen mesin

Perakitan setiap komponen dari desain mesin pencacah eceng gondok untuk menghasilkan biogas dimana dimensi seluruh mesin yaitu memiliki panjang 174 cm dengan lebar 61 cm dan tinggi 133,62 cm. Ukuran setiap komponen dan didapatnya ukuran demensi mesin pencacah eceng gondok untuk menghasilkan biogas maka mesin dapat dibuat dan direalisasikan pada gambar 18.



Gambar18: Mesin pencacah eceng gondok

#### 4. KESIMPULAN

Tiga konsep desain memiliki kelebihan dan kekurangan yaitu posisi mata pisau yang horizontal yang menghasilkan cacahan yang merata dan menambahkan sistem pengaduk untuk membuat bahan yang akan digunakan untuk fermentasi tercampur dengan sempurna serta tetap menjaga ke vakuman pada tabung fermentasi agar tingkat keberhasilan tinggi. Mesin pencacah eceng gondok menghasilkan biogas yaitu dengan memasukkan eceng gondok ke dalam lubang masuk rumah pencacah, eceng gondok akan tercacah oleh tiga pisau pencacah horizontal dan keluar menuju ke tabung pengaduk. Didalam tabung pengaduk eceng gongok yang sudah tercacah akan dicampur oleh larutan kotoran sapi dan M4 yang akan diaduk oleh pengaduk yang diputar oleh *gearbox* melalui sistem transmisi sabuk dan puli yang terhubung

ke motor listrik 1 HP sebagai sumber putaran. Apabila semua bahan fermentasi tercampur merata bahan fermentasi akan keluar melalui lubang keluaran di tabung pengaduk dan akan dimasukkan secara manual kedalam tabung fermentasi.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan rasa syukur karena berkat dan rahmat Yang Maha Kuasa penulis dapat menyelesaikan artikel ini, serta terima kasih memberikan kesempatan berkolaborasi dengan Pusat Penelitian Kepala Sawit Medan dalam menyelesaikan artikel ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hidayat R., & Adil, M. (2008). Disain Ergonomik dengan Catia Model. *Rekayasa 1*, 104-113.
- Imi, B. (2017). Analisa Disain Mesin Pencacah Plastik dengan Pisau pemotongan lurus dan berpengerak tangan. *TEKNIKA: Jurnal Teknik* 5, 1-9.
- Marzuki, I., Khaerat, N., Ali, M.Y., Paserangi, I., Tahang, Hasniaty, Umma, H., Ridwan, M., Sakir, M., Sudirman, & Ibrahim, Y. (2019). Pengembangan Desa Cerdas Berorientasi Organik Dan Teknologi Informasi. Makasar. CV. Tohari Media.
- Megawati dan Wongso Aji, K.W. (2015). Pengaruh Penambahan EM4 (Effective Microorganism-4) Pada Pembuatan Biogas Dari Eceng Gondok dan Rumen Sapi. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan* 4, 42-49.
- Muddin, S., Haslinah, A., Amran, & A., Ardiansyah, A. (2019). Pemanfaatan Eceng Gondok Sebagai Energi Alternatif Biogas. *ILTEK 14*, 2063-2066.
- Natadiwijaya, I.F., Rachman, D.F. (2022). IPTEK Bagi Masyarakat Desa Parean Girang pada Pembuatan Biogas dengan Memanfaatkan Eceng Gondok. *ABDI WIRALODRA Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 4, 46-57.
- Nawir, H., Djalal, M.R., & Apollo. (2018). Pemanfaatan Limbah Eceng Gondok Sebagai Energi Biogas Dengan Menggunakan Digester. *JEEE-U Journal of Electrical and Electronic Engineering UMSIDA* 2, 56-63.
- Prabowo. Y., Broto, S., Nazori A.Z., Sujono, Musafa, A., Peby, Wisjnuadji, T.W. Siswanto. (2020). Pemberdayaan Masyarakat Pada Pembuatan Blender Sampah Untuk Bahan Baku Biogas Di Perumahan Pondok Lakah Permai. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat TEKNO* 1, 1-6.
- Pranata, I.K.A., Madrini, I.A.G.B., & Tika, I.W. (2022). Efek Penambahan Kotoran Sapi terhadap Kualitas Kompos pada Pengomposan Batang Pisang. *Jurnal Beta (Biosistem Dan Teknik Pertanian* 10, 93-102.
- Prasetyo, A.K., Shanti, M.R.S, & Pattiserlihun, A. (2015). Rekayasa Alat Pencacah Eceng Gondok Menggunakan Silinder Berpaku Serta Metode Mencacah Searah Serat Eceng Gondok. *Jurnal Fisika* 5, 12-17.
- Rahayu, S.S., Santoso, G, Kristiyana, S., Susastriawan, A.A.P., Hariyanto, S.D., Wahyuningtyas, D., & Pamungkas, W.A. (2023). Rekayasa dan Pembuatan Mesin Pencacah Sampah Organik Dual Function untuk Mendukung Sistem Konversi Limbah Organik menjadi Biogas. *Jurnal Rekayasa Mesin* 18, 83-88.
- Riyanti, F., L. Poedji, Yuliasari N., Hidayati N & Eliza. (2015). Pembuatan Instalasi Untuk Biogas Dari Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Yang Efisien Untuk Lahan Kecil. *Jurnal Pengabdian Sriwijaya* 3, 215-221.
- Sutowo, C., Diniardy, E. & Maryanto. (2011). Perencanaan Mesin Penghancur Plastik Kapasitas 30 kg/jam. *SINTEK JURNAL Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 1, 39-49.
- Uslianti, S., Wahyudi, T., Rahmahwati, R., & Tamala, A. (2020). Rancang bangun meja dan kursi kerja untuk perbaikan postur kerja pada pekerja pengolah ikan berdasarkan pengukuran NBM dan RULA. *Operations Excellence* 12, 297-307.