

# Perancangan dan Uji Konstruksi Mesin Pencacah Limbah Plastik Sistem Shredded dan Pisau Pemotong Model Claw Blade

**Harry Oktavianus Wensen<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Manado, 0431-811568, 95252, Indonesia

Email: <sup>1</sup> herrywensen@gmail.com

No. Hp: <sup>1</sup> 082347188118

## Abstrak

Dari berbagai macam limbah yang ada, salah satu jenis yang masih bisa dimanfaatkan ulang adalah limbah plastik, yaitu dengan cara didaur ulang. Memang tidak semua plastik bisa didaur ulang tetapi hampir semua limbah plastik dari jenis thermoplastik bisa di daur ulang. Dengan dapat di daur ulang, maka masih banyak potensi dari limbah plastik yang masih bisa dimanfaatkan. Mesin Pencacah Limbah Plastik yang dirancang ini adalah mesin yang dipakai untuk mengolah atau mencacah benda berbahan plastik sehingga menjadi bahan yang siap digunakan sebagai bahan pembuat biji plastik. Proses mencacah dilakukan oleh pisau pemotong yang bekerja dengan sistem potong rotasi, biasa digunakan untuk menghancurkan segala jenis material yang terbuat dari bahan plastik menjadi serpihan dengan ukuran yang bervariasi. Penelitian ini bertujuan merancang prototipe/model fisik mesin pencacah limbah plastik dengan sistem Shredded, dan untuk mengetahui kekuatan konstruksi melalui perhitungan uji konstruksi. Data penelitian diambil secara teoritis dan eksperimental dengan simulasi pembebahan. Data teknis dalam penelitian ini adalah data-data konstruksi mesin yang ditetapkan sendiri melalui tahap pemodelan hingga kemudian menentukan ukurannya. Data untuk bahan limbah plastik yang bisa dicacah oleh mesin ini adalah berupa botol plastik,, gelas plastik aqua, penutup botol plastik aqua dan sejenisnya. Kemudian dilakukan eksperimen untuk mendapatkan data serpihan-serpihan plastik. Hasil menunjukkan bahwa hasil rancangan didapat ukuran ruang pencacah 155 [mm] x 277 [mm] x 135 [mm], daya motor yang direncanakan 823,12 [Watt] dan dengan. Beberapa komponen utama dari mesin yaitu pencacah jenis shredded dengan satu poros. Poros pencacah berukuran Ø30 [mm] x 126 [mm] dengan pembebahan yang terjadi pada poros 33,542 [MPa]. Pisau pencacah Ø120 [mm] x 5 [mm] dengan pisau pemotong model claw blade dengan jumlah pisau 12 buah maka gaya tarik yang terjadi pada bahan plastik adalah 752,88 [N]. Adapun tegangan geser terhadap pasak adalah 3,98 [MPa] dan tegangan geser baut pin 7,01 [MPa].

*Kata Kunci – Perancangan, Uji-Konstruksi, Pencacah, Plastik.*

## ***Design and Construction Test Shredded System Plastic Waste Crusher Machine and Knife Cutting Claw Blade Model***

### ***Abstract***

*Of the various types of waste that exist, one type that can still be reused is plastic waste, which is recycled. Indeed, not all plastics can be recycled, but almost all plastic waste from*

*the thermoplastic type can be recycled. By being able to be recycled, there is still a lot of potential from plastic waste that can still be utilized. This Plastic Waste Shredding Machine which is designed is a machine that is used to process or chop plastic objects so that they become materials that are ready to be used as materials for making plastic pellets. The chopping process is carried out by a cutting knife that works with a rotational cutting system, commonly used to crush all kinds of materials made of plastic into flakes of varying sizes. This study aims to design a prototype / physical model of a plastic waste shredding machine with a Shredded system, and to determine the strength of the construction through the calculation of the construction test. The research data were taken theoretically and experimentally with a loading simulation. The technical data in this research is machine construction data which is set by itself through the modeling stage and then determines its size. Data for plastic waste materials that can be chopped by this machine are in the form of plastic bottles, aqua plastic cups, aqua plastic bottle caps and the like. Then an experiment was carried out to obtain data on plastic flakes. The results show that the design results show that the counter space size is 155 [mm] x 277 [mm] x 135 [mm], the planned motor power is 823.12 [Watt] and with. Some of the main components of the machine are one-axle shredded counter. The chopper shaft measures Ø30 [mm] x 126 [mm] with the loading occurring on the shaft 33,542 [MPa]. The chopping blade Ø120 [mm] x 5 [mm] with a claw blade cutting blade with 12 blades, the tensile force that occurs on the plastic material is 752.88 [N]. The shear stress to the pin is 3.98 [MPa] and the shear stress of the pin bolt is 7.01 [MPa].*

*Keywords – Design, Construction Test, Crusher Shredded, Plastic.*

## **PENDAHULUAN**

Plastik adalah suatu produk kimia yang telah dikenal dan termasuk bagian polimer termoplastik, plastik menyebabkan masalah lingkungan yang semakin besar [1]. Banyaknya pemakaian plastik dalam kehidupan sehari-hari telah menimbulkan dampak terhadap lingkungan hidup yaitu berupa kehadiran sampah plastik. Sifat plastik ini salah satunya tidak dapat membusuk, tidak dapat terurai secara alami dan tidak menyerap air, maka sampah plastik ini tidak akan habis sampai kapanpun juga. Akibatnya jumlah sampah plastik makin banyak semakin bertambah di tahun-tahun mendatang. Walaupun plastik adalah limbah yang memberi dampak kurang baik terhadap lingkungan, plastik dapat didaur ulang menjadi produk yang lebih bermanfaat penggunaannya. [2]

Agar limbah plastik dapat diproses di industri, limbah plastik harus dalam bentuk tertentu misalnya butiran, biji/*pellet* dan serbuk, sehingga diperlukan mesin yang saling berhubungan proses kerjanya, seperti mesin pencacah, mesin *injection moulding*, mesin pembuat *pellet*. Ketiga mesin tersebut hanya mampu dimiliki oleh industri menengah dan besar. Industri kecil hanya mampu menggunakan mesin pencacah agar memperoleh plastik dalam bentuk serpihan kemudian serpihan ini dijual ke industri menengah dan besar [3]. Disisi lain dari survey lapangan di Sulawesi Utara dan khususnya di Manado, peluang industri kecil untuk pengelolaan limbah plastik adalah sangat besar mengingat limbah plastik di tempat ini semakin bertambah. [4]

Untuk memenuhi tuntutan di atas maka peneliti mencoba membuat mesin pencacah limbah plastik dalam bentuk prototipe yang walaupun selain bentuknya

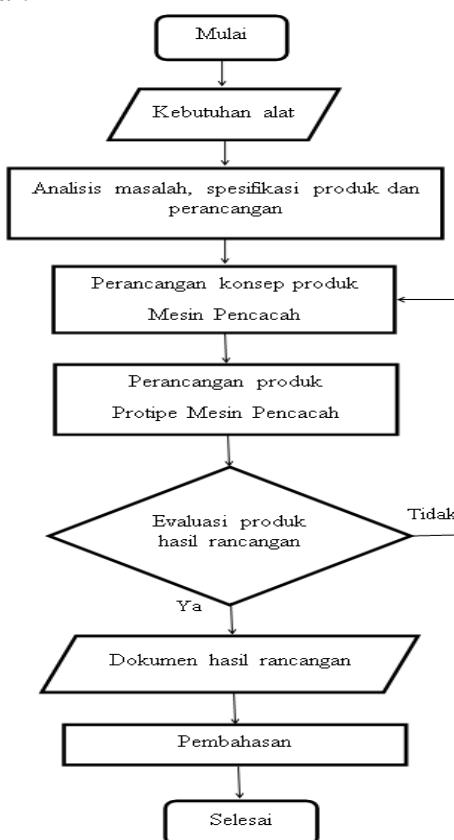
relatif kecil tetapi juga kemampuan mencacah limbah plastik masih dibatasi pada jenis plastik dan bentuk geometri limbah plastik tersebut. Mesin ini bekerja dengan satu poros yang padanya terpasang pisau pemotong model *claw blade* melakukan gerakan pemotongan dengan *bedknife* (pisau diam) terhadap limbah plastik dengan cara melakukan perusakan dengan meremukkan, mencabik, menarik, dan merobek-robek bahan limbah plastik hingga menjadi bentuk serpihan-serpihan. [5]

## METODOLOGI PENELITIAN

### Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini dimaksud sebagai strategi mendapatkan data dan cara pengolahan data-data tersebut. Langkah-langkah yang digunakan adalah: menelusuri keberadaan limbah plastik yang bertebaran di lingkungan kota Manado; mencari data-data plastik berupa; kekuatan Tarik plastik, ukuran dimensi limbah plastik berupa botol dan gelas air mineral seperti tebal dan diameter (yang berbentuk lingkaran); membuat model design prototype mesin pencacah; menentukan ukuran awal untuk penyesuaian model desain prototype yang dimaksud; melakukan analisis perhitungan uji konstruksi menggunakan kaidah-kaidah dalam teori Perancangan Mesin, Mekanika Teknik, Ilmu Kekuatan Material, Teknologi Bahan dan Menggambar Teknik.

### Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Flowchart Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

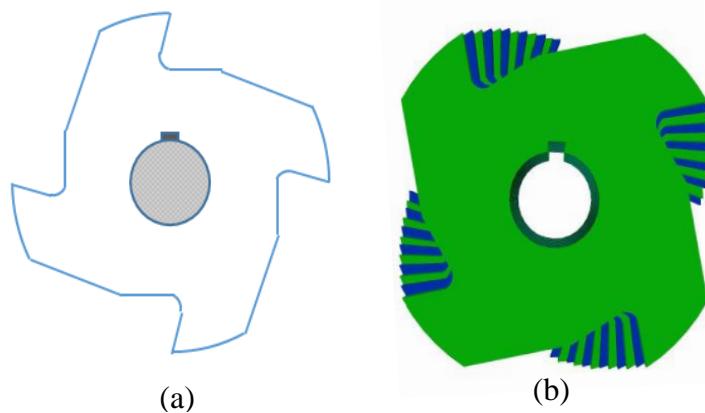
### *Pemodelan Mesin yang di Rancang*

Mesin pencacah limbah plastik ini sebenarnya dapat dirancang dalam berbagai model, asalkan semua model dan prinsip kerjanya sesuai dengan tujuan yang hendak dicapai yaitu menghasilkan produk serpihan plastik dan sesuai dengan kaidah pemanfaatannya. Mesin ini dirancang untuk dapat mencacah limbah plastik berupa botol plastik air mineral, gelas plastik air mineral dan penutup botol plastik air mineral.

### *Pisau Pemotong Model Claw Blade*

Mesin pencacah limbah plastik ini dirancang memiliki pisau pemotong model *claw blade* (mata pisau model cakar) memiliki 4 (empat) buah mata pisau. Pisau pemotong yang dimaksud ini direncanakan semuanya berjumlah 12 buah. Posisi masing-masing pisau pemotong ini mempunyai perbedaan  $3^{\circ}$  terhadap acuan sumbu vertikal, dimana posisi barisan berupa deretan yang setel yakni pisau pertama terpasang dekat dinding pelat ruang pencacah, kemudian pisau kedua, mempunyai perbedaan  $3^{\circ}$  disetel terhadap pisau pertama dan seterusnya hingga pisau kedua belas mempunyai perbedaan  $3^{\circ}$  disetel terhadap pisau kesebelas

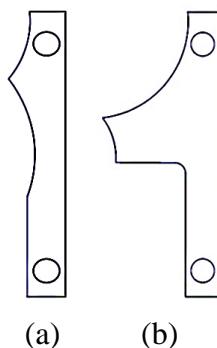
Semua pisau direncanakan terbuat dari jenis material baja karbon medium yaitu berupa baja pelat *bearing* dengan ketebalan 5 [mm] sedangkan bentuk geometri dan dimensi lainnya bisa dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 2. Pisau Pemotong model Claw Blade**

### *Pisau diam (Fixed Knife)*

Pisau diam ini dirancang memiliki fungsi sebagai pasangan dari pisau pemotong yaitu selain sebagai landasan juga membantu pada proses pemotongan, pencabikan, penarikan terhadap bahan plastik. Pisau diam ini memiliki 2 model direncanakan terbuat dari jenis bahan baja karbon medium yaitu berupa baja pelat *bearing* dengan model pertama dengan ketebalan 5 [mm] dan jumlah 12 buah dan model ke dua ketebalan 6 [mm] dan berjumlah 11 buah. Bentuk geometri dan dimensi lainnya bisa dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. Pisau Diam (*Fixed Knife*)

### **Poros Utama**

Poros utama dirancang untuk dipasangkan pisau pemotong kemudian poros ini juga memiliki fungsi meneruskan daya dan putaran yang dipindahkan dari sistem transmisi gear box. Poros ini juga dirancang akan dipasangkan bearing pada salah satu ujungnya dan pada ujung yang lain dipasangkan kopling sleeve. Pada daerah dimana dipasangkan kopling sleeve, direncanakan akan dibuatkan lubang dengan sumbu lobang tersebut tegak lurus terhadap sumbu poros. Lubang tersebut merupakan daerah ditempatkan baut-pin untuk menahan kopling sleeve tersebut. Poros ini direncanakan terbuat dari jenis material mild steel St.42.



Gambar 4. Poros

### **Pasak**

Pasak dirancang harus memiliki fungsi untuk menjadi bagian elemen mesin yaitu meneruskan beban torsi dari poros ke pisau pemotong. Pasak ini dirancang terbuat dari jenis material yang mempunyai kekuatan tarik lebih rendah dibandingkan dengan material poros dan pisau pemotong. Hal ini dimaksud agar apabila terjadi kelelahan hingga putus/patah akibat pembebanan torsi maka diharapkan pasak yang lebih dulu rusak dengan demikian proses perbaikan lebih mudah dilakukan pada pasak dibandingkan dengan poros dan pisau pemotong. Jenis material pasak direncanakan terbuat dari *mild steel* yaitu St. 37. Bentuk geometri dan dimensi bisa dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 5. Pasak

### ***Kopling Sleeve (Sleeve Coupling)***

Kopling *sleeve* dirancang untuk dipasangkan pada salah satu ujung poros utama pada daerah yang berpasangan dengan poros *gear box*. Kopling sleeve ini berfungsi untuk meneruskan daya dan putaran dari *gear box* ke poros utama. Elemen ini mempunyai peran membungkus poros utama dan poros output *gear box* dan ditahan oleh baut-pin agar dapat berputar secara serentak kedua poros tersebut. Kopling sleeve ini direncanakan terbuat dari jenis material *mild steel* St. 42.



**Gambar 6. Kopling Sleeve**

### ***Baut-Pin***

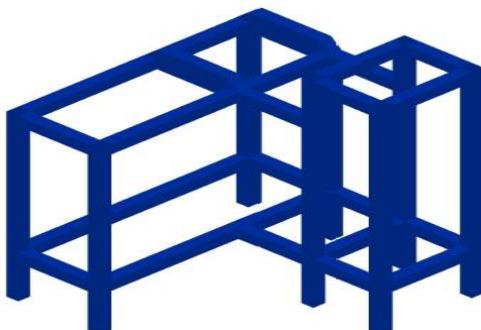
Baut-pin dirancang untuk berperan selain sebagai pin yang dipasangkan pada kopling *sleeve* berpasangan dengan salah satu ujung poros utama dan poros output *gear box*. Baut-pin ini juga akan dipasangkan pada kopling *Flens* di daerah sistem transmisi yaitu poros motor penggerak dengan poros input *gear box*. Baut-pin direncanakan terbuat dari jenis material baja St 50.



**Gambar 7. Baut-Pin**

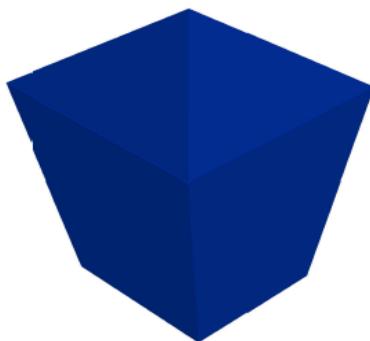
### ***Rangka dan Corong***

Rangka ini dirancang untuk berperan sebagai tempat dudukan selain *box* ruang pencacah juga tempat dudukan dari *gear box* dan motor penggerak. Rangka ini dirancang menyesuaikan ruang dan dimensi bersama elemen-elemen lainnya yang dianggap sangat representatif. Demikian halnya dari segi kekakuan dan kekuatan, maka rangka ini direncanakan harus memiliki kemampuan untuk menahan beban dari semua elemen yang ditopangnya. Sehingga rangka ini direncanakan terbuat dari jenis material *mild steel* St. 37 yang berbentuk baja *hollow* berpenampang bujur sangkar berlubang dan ketebalannya sebesar



**Gambar 8. Rangka**

Corong ini dirancang untuk berperan sebagai media bantu pengarah pada saat memasukkan limbah plastik ke ruang pencacah. Corong ini direncanakan mempunyai bentuk dan ukuran ruang yang sepadan dengan ruang pencacah. Agar dapat memenuhi sifat kekakuan dan kekuatan, maka corong ini direncanakan terbuat dari jenis material *mild steel* St.37 yang berbentuk pelat dengan ketebalan sebesar 2 [mm]. corong ini dirancang berbentuk prisma dengan posisi sisi terbesar menengadah ke atas sedang posisi sisi terkecil dipasangkan pada *box* ruang pencacah dengan diikat menggunakan baut.

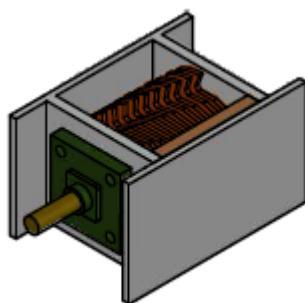


Gambar 9. Corong

#### **Prototipe Mesin Pencacah Limbah Plastik**

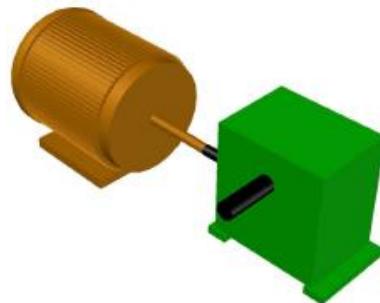
Berikut ini adalah bagian-bagian dari proses *sub-assembling* :

- *Sub-assembling* area pencacah



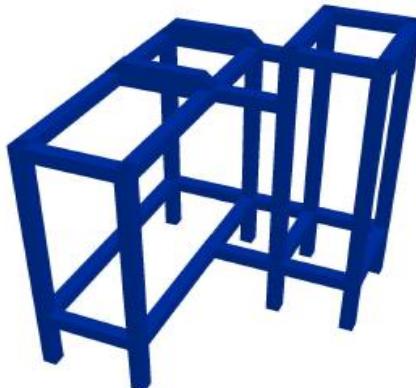
Gambar 10. *Sub-assembling* Area Pencacah

- *Sub-assembling* penggerak



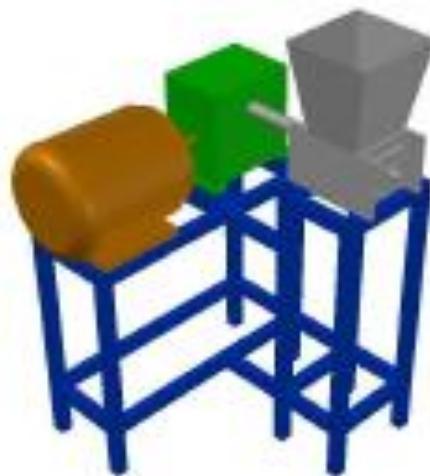
Gambar 11. *Sub-assembling* Penggerak

- *Sub-assembling kerangka mesin*



**Gambar 12. Sub-assembling Rangka Mesin**

- *Assembling Mesin Pencacah Limbah Plastik*



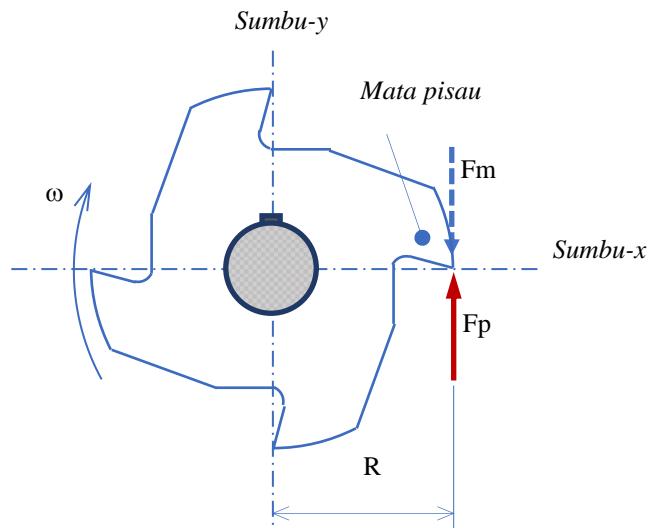
**Gambar 13. Prototipe Mesin Pencacah Limbah Plastik**

#### ***Analisis Uji Konstruksi Mesin***

Pembebanan pada pisau pemotong adalah langkah awal untuk analisis perhitungan uji konstruksi. Pada langkah ini harus tetapkan bahwa bahan plastik yang akan di cacaah adalah jenis bahan plastic *Polyethilene* dimana bahan plastik ini umumnya digunakan untuk pembuatan kemasan botol atau gelas air mineral. Data-data dari bahan plastik yang akan mendapat perlakuan pencacahan yaitu sebagai berikut.

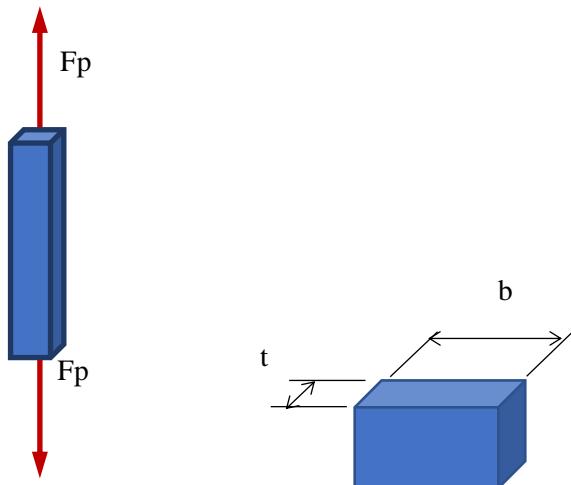
- Bentuk kemasan adalah botol plastik air mineral dan gelas plastik air mineral
- Tutup botol plastik air mineral
- Bahan berupa botol plastik sebisanya di penyek dulu agar lebih mudah dan cepat mata pisau mencacah atau mencabiknya.
- Kekuatan bahan *plastik* adalah 4550 [Psi] atau 31,37 [MPa].

Untuk melihat bagaimana konfigurasi pembebanan pada mata pisau saat melakukan pencacahan dapat ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



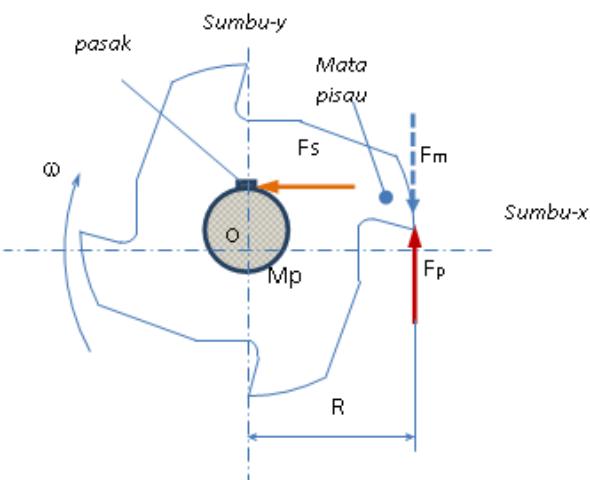
Gambar 14. Pembebanan pada Pisau Pemotong

Pada proses pencacahan, kondisi yang terjadi adalah bahan plastik dicacah artinya pada kondisi inilah bahan plastik dipotong, dicabik, ditarik, dicarik hingga putus menjadi serpihan. Pada perancangan ini diasumsi proses bahan plastik ditarik oleh mata pisau lah yang dianggap pembebanan paling besar.

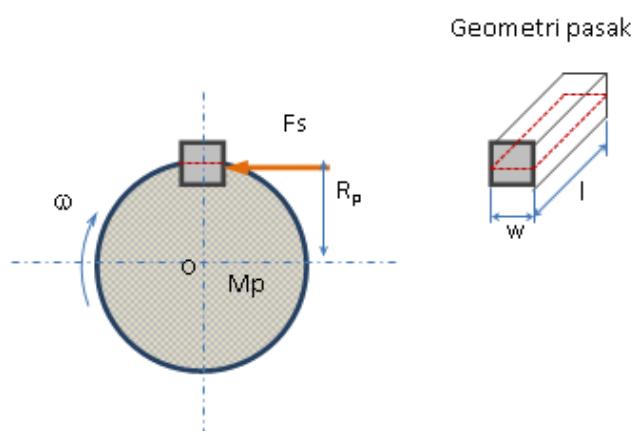


Gambar 15. Kondisi potongan serpihan bahan plastik ditarik

Pada perancangan ini pasak menerima beban akibat kerjanya pisau pemotong melakukan proses pencacahan bahan plastik. Pada perhitungan momen yang terjadi pada sumbu putar pisau pemotong diperoleh sebesar  $M_p = 45172,8$  [Nmm] maka nilai inilah yang akan digunakan untuk menghitung kemampuan pasak.

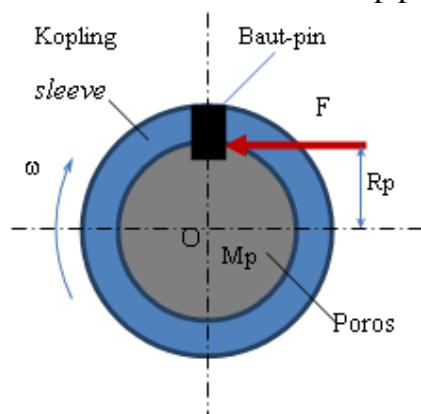


Gambar 16. Pembebaan pada Pasak



Gambar 17. Geometri Pasak

Hasil perhitungan ini menunjukkan bahwa, tegangan geser terjadi akibat pembebaan pada proses pencacahan lebih kecil dibandingkan dengan tegangan geser ijin bahan baut-pin. Maka kondisi ini aman terhadap pembebaan geser.



Gambar 18. Pembebaan pasak pada Kopling Sleeve

## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian sebelumnya, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

- Hasil kajian ini telah dirancang prototipe berupa mesin pencacah limbah plastik sistem *shredded* dan pemotongan dengan pisau pemotong model *claw blade*. Bagian utama mesin ini adalah unit pencacah terdiri dari pisau pemotong tipe *claw blade* yang terpasang pada 1 poros dan berjumlah 12 buah, pisau pemotong yang berputar berpasangan dengan pisau diam. Unit penggerak terdiri dari motor dan *gearbox*, unit rangka, dan unit corong penampungan.
- Adapun uji konstruksi ini dilakukan melalui perhitungan dengan menggunakan kaidah-kaidah menurut konsep ilmu Kekuatan Material (*Strength of Materials*), Perancangan Mesin (*Machine Design*), Teknologi Bahan dan Gambar Teknik yang nantinya akan ditampilkan berupa gambar kerja pada tahapan akhir penelitian ini.
- Adapun hasil perhitungannya adalah mata pisau didapatkan momen puntir ialah  $M_p = 45,1728$  (Nm), perhitungan daya motor yang adalah 823,12 [Watt]. Tegangan geser ijin pasak terhadap pembebanan geser ini aman dengan hasil  $50$  [MPa]  $\geq 3,98$  [MPa]. Tegangan geser ijin beban baut pin juga adalah aman dengan hasil  $50$  [MPa]  $\geq 47,3$  [MPa]. Tegangan geser yang terjadi akibat pembebanan pada baut pin di kopling *flens* dalam kondisi aman dengan hasil  $50$  [MPa]  $\geq 7,01$  [MPa]. Dan kondisi poros terhadap tegangan puntir aman dengan hasil  $42$  [MPa]  $\geq 33,542$  [MPa].

## SARAN

Untuk penelitian selanjutnya dapat disarankan putaran mesin pencacah dapat diturunkan melalui pemilihan gearbox menjadi 1:20, karena *gearbox* yang kami rancang ini mempunyai rasio 1:10.

## REFERENSI

- [1] Sumule, *Produk Teknologi Berwawasan Lingkungan*. BPP Teknologi, 2006.
- [2] Sukatna, Hasil Melimpah dari Plastik Sampah, *Majalah Pengusaha*, 2005.
- [3] Yetri, Y., Sawir, H. dan Hidayati, R., *Rancang Bangun Mesin Pencacah Sampah dan Limbah Plastik*, vol. 1. 2016.
- [4] Kaligis, D., Sampah dan Revolusi Daur Ulang, *Lingkungan Hidup*, 2019. [Online]. Tersedia di: <https://baktinews.bakti.or.id/artikel/sampah-dan-revolusi-daur-ulang>. [Diakses: 13-Apr-2021].

- [5] Nur, I., Nofriadi dan Rusmardi, Pengembangan Mesin Pencacah Sampah/Limbah Plastik dengan Sistem Chrusherden Silinder Pemotong Tipe Reel, dalam: *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, hal. 1–8, 2014.