

**ANALISA MODIFIKASI PISAU POTONG PLASTIK DENGAN VARIASI
SUDUT 10° 20° 30° DENGAN POSISI HORIZONTAL**

***ANALYSIS OF PLASTIC CUTTING KNIFE MODIFICATION WITH ANGLE
VARIATIONS OF 10°, 20°, AND 30° IN HORIZONTAL POSITION***

¹Abdul Azis,²Munzir Qadri, ³Agung Jaya Gumelar, ⁴Bahrul Ulum, ⁵Dwi Mohammad

Zulfikar

^{1,2,3,4,5}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang

Jl. Raya Jakarta Km 5 No.6, Kalodran, Kec. Walantaka, Kota Serang, Banten 42183

email : ¹dosen03030@unpam.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja pisau potong mesin pencacah plastik dengan variasi sudut kemiringan 10°, 20°, dan 30° dalam posisi horizontal. Fokus utama penelitian adalah mengetahui pengaruh sudut mata pisau terhadap efisiensi pencacahan, kualitas hasil cacahan, serta kebutuhan gaya, torsi, dan daya selama proses kerja. Metode yang digunakan meliputi pengujian eksperimental terhadap botol plastik bekas (jenis PET), dengan parameter yang diamati berupa massa hasil cacahan, hasil ayakan, waktu pencacahan, serta perhitungan gaya potong, torsi, dan daya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sudut mata pisau 30° menghasilkan hasil cacahan paling halus dengan kebutuhan daya dan torsi paling rendah, yaitu 0,5 HP dan 2,72 Nm. Sementara itu, mata pisau 10° menghasilkan massa cacahan terbesar (1,155 kg) namun memerlukan daya tertinggi, yaitu 1,6 HP. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar sudut mata pisau, semakin kecil kebutuhan energi, namun semakin sedikit volume hasil cacahan yang dihasilkan. Pemilihan sudut pisau perlu disesuaikan dengan prioritas proses, apakah berfokus pada efisiensi energi atau kecepatan produksi.

Kata kunci: Pencacah Plastik, Sudut Mata Pisau, Gaya Potong, Torsi, Daya, Efisiensi Pencacahan.

ABSTRACT

This study aims to analyze the performance of plastic shredder machine cutting blades with angle variations of 10°, 20°, and 30° in a horizontal position. The main focus is to determine the effect of blade angle on shredding efficiency, the quality of shredded output, and the required cutting force, torque, and power during operation. The method used involves experimental testing on used plastic bottles (PET type), with observed parameters including the mass of shredded output, sieve test results, shredding time, and calculations of cutting force, torque, and power. The results show that the 30° blade angle produces the finest shredded output with the lowest torque and power requirements, namely 2.72 Nm and 0.5 HP. Meanwhile, the 10° blade produces the highest mass of shredded material (1.155 kg) but requires the highest power (1.6 HP). It can be concluded that the greater the blade angle, the lower the energy requirement, though at the cost of reduced shredded volume. The selection of blade angle should align with process priorities—whether focused on energy efficiency or production speed.

Keywords: plastic shredder, blade angle, cutting force, torque, power, shredding efficiency.

I. PENDAHULUAN

Di era perkembangan industri dan teknologi yang sangat maju, maka kebutuhan plastik akan terus meningkat. Dengan meningkatnya jumlah limbah tersebut, maka keberadaan limbah tersebut menjadi suatu hal yang mengkhawatirkan. Jumlah limbah plastik dari tahun ke tahun meningkat pesat dikarenakan sifatnya yang ekonomis, praktis, ringan dan dapat menggantikan fungsi dari barang lain. Data Badan Pusat Statistik (BPS) 2021 menyebutkan limbah plastik Indonesia mencapai 66 juta ton per tahun. Studi

Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) di tahun 2018 memperkirakan sekitar 0,26 juta-0,59 juta ton plastik ini mengalir ke laut. Itu berarti 270 juta penduduk Indonesia per harinya menghasilkan sekitar 185.753 ton sampah, atau 0.68 kilogram per individunya, Satu – satunya cara mengatasi hal tersebut yaitu dengan recycle.[1,2,3] Recycle merupakan suatu cara merubah sampah menjadi benda baru, bertujuan mengurangi penumpukan sampah, menurunkan konsumsi bahan baku baru, dan menurunkan polusi. Agar bisa diproses dalam bidang industri, suatu limbah harus sudah dalam bentuk biji atau serpihan.[4,5,6] Untuk itu, dibutuhkan suatu mesin penghancur atau pencacah. Mesin tersebut berguna untuk membentuk sampah (limbah) menjadi bentuk yang dapat diproses oleh industri. Dalam hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk merancang bangun mesin pencacah atau penghancur limbah plastik khususnya plastik yang berjenis Polyethylene Terephthalate (PET), jenis plastik ini biasanya digunakan untuk membuat botol plastik minuman kemasan.[7,8,9] Tingkat keefisienan mesin pencacah terletak pada bentuk desain pemotongnya. Umumnya cacahn tersebut biasanya bedimensi $\pm 0,5$ cm.[10,11] Pisau adalah salah satu alat yang sudah ada dalam sejarah peradaban para manusia gua mempertajam batu atau batu untuk digunakan sebagai alat pemotong.[12,13] Awal pedang yang terbuat dari perunggu dan dengan perkembangan baja datang revolusi industri.[14,15] Paduan baja dimulai sebagaipaduan sederhana. Pisau (crusher) adalah pisau yang berfungsi untuk mencacah plastik menjadi serpihan-serpihan plastik kecil.[16,17,18] Pisau crusher terdiri dari dua macam pisau yaitu pisau gerak/rotor dan pisau diam/stator. Pisau gerak ada pada poros/as yang bergerak mengikut arah putar poros/as atau shaft. Sedangkan pisau diam dan menempel pada bodi (cover) mesin.

II. METODE PELAKSANAAN

langkah-langkah proses melaksanakan suatu pengujian atau penelitian secara berurutan antara lain seperti:

1. Mulai

Memulai untuk pelaksanaan dan perancangan, Pelaksanaan dan perancangan merupakan tahap krusial dalam proses rekayasa yang bertujuan untuk mewujudkan konsep ke dalam bentuk nyata dan terukur. Tahapan ini dimulai dengan pengumpulan data teknis, analisis kebutuhan, serta penentuan spesifikasi desain yang sesuai dengan tujuan awal perancangan. Dalam proyek ini,

pendekatan sistematis diterapkan untuk memastikan bahwa setiap aspek desain memenuhi kriteria fungsional, keamanan, dan efisiensi kerja.

2. Mempersiapkan alat dan bahan

- 1) Memotong mata pisau Proses pemotongan mata pisau merupakan tahap awal dalam pembuatan atau perakitan komponen pemotong pada mesin, misalnya mesin pencacah, mesin pakan ternak, atau alat pengiris bahan pertanian. Tahap ini bertujuan untuk memperoleh bentuk dan ukuran mata pisau sesuai dengan desain teknis yang telah ditentukan dalam gambar kerja (engineering drawing).
 - 2) Membentuk mata pisau, Proses pembentukan mata pisau merupakan tahapan lanjutan setelah pemotongan bahan dasar, dengan tujuan membentuk geometri pisau sesuai rancangan teknis. Tahap ini berfungsi untuk menciptakan sudut potong, ketajaman, serta profil pisau yang optimal agar mampu bekerja secara efisien saat digunakan dalam mesin, misalnya pada mesin pencacah kompos, mesin pakan ternak, atau alat perajang serat pertanian.
 - 3) Mempersiapkan alat uji inclinometer untuk mengetahui kemiringan mata pisau
 - 4) Menyiapkan saringan untuk hasil cacahan pisau, Proses penyiapan saringan (screening system) merupakan tahap penting dalam sistem kerja mesin pencacah atau mesin pakan ternak. Fungsi utama saringan adalah mengatur ukuran partikel hasil cacahan agar sesuai dengan standar kebutuhan, misalnya ukuran butiran pakan, potongan serat, atau hasil cacahan organik untuk kompos. Saringan berperan sebagai output control device yang menentukan kualitas dan homogenitas hasil proses pencacahan.
3. Proses pembuatan dilakukan di lab Universitas Pamulang di kerjakan secara gotong royong bersama mahasiswa dan di damping penuh oleh dosen pembimbing.
4. Pengaruh potongan pisau dengan posisi horizontal
Merupakan langkah –langkah atau prosedur untuk melakukan pengujian terhadap pengaruh posisi sudut posisi 10° , posisi 20° , posisi 30°
5. Pengumpulan data

Melakukan pengumpulan data setelah tahapan-tahapan sebelumnya telah di laksanakan. Maka akan terlihat hasil dari masing-masing pengujian tersebut.

6. Pengolahan data

Melakukan pengolahan data setelah data berhasil dikumpulkan secara baik dan tepat , lalu data di olah untuk menuju ke hasil analisis yang diujikan.

7. Analisa hasil pengujian

Setelah data berhasil di olah lalu masuk ke hasil pengujian yang telah di lakukan secara tepat dan baik.

8. Kesimpulan dan saran

Hasil dari analisis yang telah di uji telah di tetapkan dan telah di lakukan uji berkala dan hasil menunjukkan hasil yang sama di pengujian sebelumnya maka hasil pengujian kali ini dinyatakan dan di nyatakan sekian. Saran nya untuk penelitian berikutnya di lakukan pengembangan pada alat tersebut sebagai mana mestinya yang diinginkan

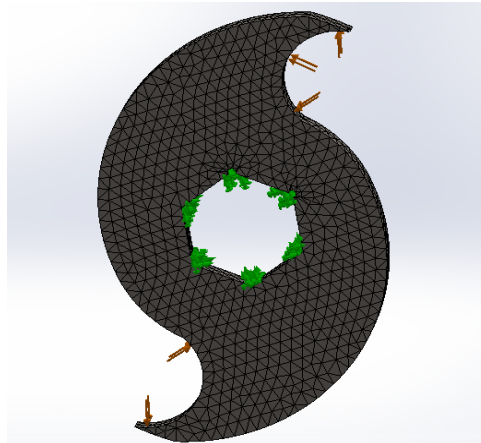
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data dan Hasil Penelitian Variasi Sudut Pisau

Data yang dihasilkan pada penelitian ini adalah hasil pengujian yang dilakukan pada mesin pencacah plastik dan di kombinasikan putaran mesin pemotongnya. Setelah melakukan penelitian ada teknik pengumpulan data antara lain:

1. Melakukan pengukuran variasi sudut menggunakan penggaris sudut dengan variasi 10° , 20° dan 30°
2. Melakukan pembahasan hasil penelitian dengan tabel dan grafik. Dalam hal ini ada maka ada beberapa permasalahan yang akan di kaji, yaitu :
 - a) Apakah perbedaan sudut pisau potong pada alat pencacah sampah plastik mempengaruhi waktu pencacahan sampah plastik
 - b) Apakah perbedaan saringan /filter pada alat pencacah sampah plastik dapat memisahkan secara langsung dari ukuran sampah

Pada penelitian ini terdapat tiga variasi mata pisau potong. Variasi tersebut terdiri dari mata pisau tipe 10° , mata pisau tipe 20° dan tipe mata pisau 30° . Berikut contoh tiga variasi mata pisau potong, terlihat gambar 1 dan tabel 1 berikut



Gambar 1. meshing pisau pencacah plastik (lab UNPM 2022)

Tabel 1. Meshing pisau potong

Mesh Details	
Study name	Static 1 [-Default-]
Mesh type	Solid mesh
Mesher Used	Standard mesh
Automatic Transition	Off
Include Mesh Auto Loops	Off
Jacobian points	4 points
Element size	2.86199 mm
Tolerance	0.143099 mm
Mesh quality	High
Total nodes	13471
Total elements	7690
Maximum Aspect	7.5624
Percentage of elements with Aspect Ratio < 3	98.8
Percentage of elements with Aspect Ratio > 10	0
% of distorted elements [Jacobian]	0
Time to complete mesh [hh:mm:ss]	00:00:03

Pisau yang digunakan dalam rancangan ini dibuat menggunakan material baja karbon rendah tipe AISI 1020. Baja AISI 1020 merupakan material yang memiliki kandungan karbon sekitar 0,18–0,23% dan mangan sekitar 0,30–0,60%, menjadikannya salah satu jenis baja yang memiliki kombinasi antara keuletan, kekuatan sedang, dan kemudahan dalam proses pembentukan maupun pengelasan. Dalam aplikasinya sebagai

bahan pisau, AISI 1020 menawarkan keunggulan pada kemudahan pemesinan (machinability) serta ketersediaan material yang luas di pasaran, sehingga efisien dari segi biaya. Sifat mekanik AISI 1020 pada kondisi normal adalah kekuatan tarik (tensile strength) sekitar 394–540 MPa dan kekerasan Brinell berkisar antara 119–235 HB, tergantung dari perlakuan panas dan kondisi permukaan, terlihat tabel 2 berikut

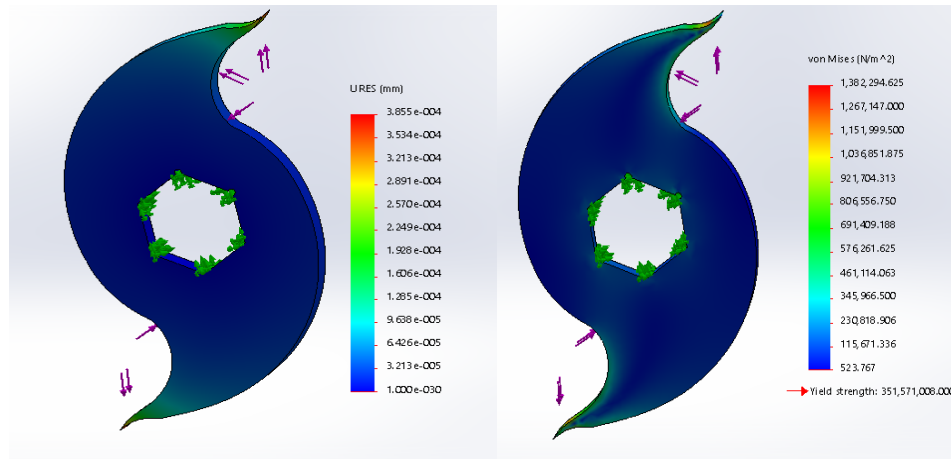
Tabel 2. spesifikasi pisau AISI 1020

Name	AISI 1020	
Default failure criterion	Max von mises stress	
Sustainability	Difened	
Property	Value	Units
Poisson's Ratio	0.29	N/A
Shear Modulus	7.7e+010	N/m ²
Mass Density	7900	kg/m ³
Tensile Strength	420507000	N/m ²
Compressive Streangth		N/m ²
Yield Streangth	351571000	N/m ²
Thermal Expansion Coefficient	1.5e-005	/K
Therml Conductivity	47	W/(m . K)
Specific Heat	420	J/(kg . K)

B. Mata Pisau Tipe 10°

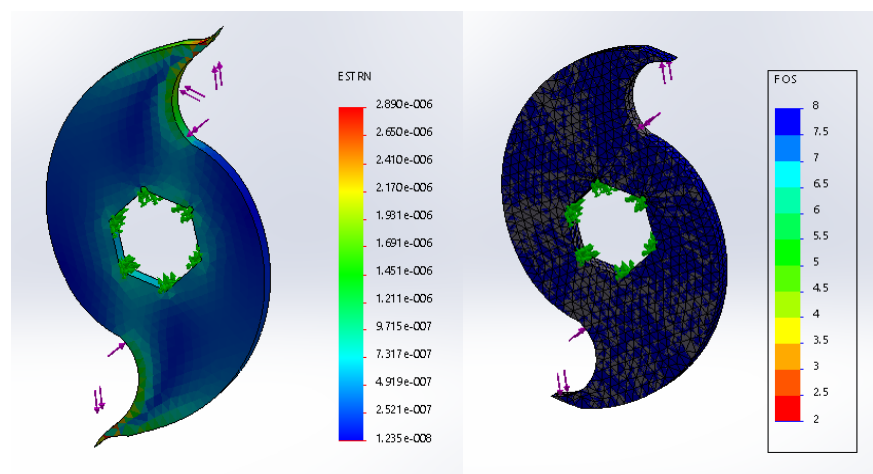
Dalam sistem pencacahan bahan organik, salah satu komponen utama yang menentukan efisiensi kerja mesin adalah mata pisau. Bentuk, sudut potong, dan material mata pisau sangat memengaruhi besarnya gaya pemotongan, konsumsi energi, serta hasil cacahan yang diperoleh. Pada penelitian dan pengujian awal, digunakan mata pisau dengan sudut 10°, yang memiliki bentuk lurus meruncing menyerupai segitiga sama kaki. Desain ini memberikan ketajaman yang tinggi pada sisi pemotong, dengan harapan mampu memotong bahan organik lebih cepat dan bersih. Namun, hasil observasi menunjukkan bahwa geometri ini memiliki konsekuensi terhadap beban pemotongan dan kebutuhan energi yang lebih besar dibanding tipe pisau dengan sudut potong yang lebih besar. Secara geometris, mata pisau 10° memiliki bidang kontak pemotongan (Ls) yang relatif panjang. Hal ini disebabkan oleh sudut potong yang sempit, sehingga ketika pisau bersentuhan

dengan material, bidang geser antara permukaan pisau dan bahan menjadi lebih luas. Kondisi tersebut menyebabkan kontak antara pisau dan material lebih lama, yang mengakibatkan peningkatan gaya gesek selama proses pencacahan berlangsung. Semakin besar nilai L_s , maka gaya total yang dibutuhkan untuk memotong material (F) juga meningkat secara proporsional. terlihat gambar 2



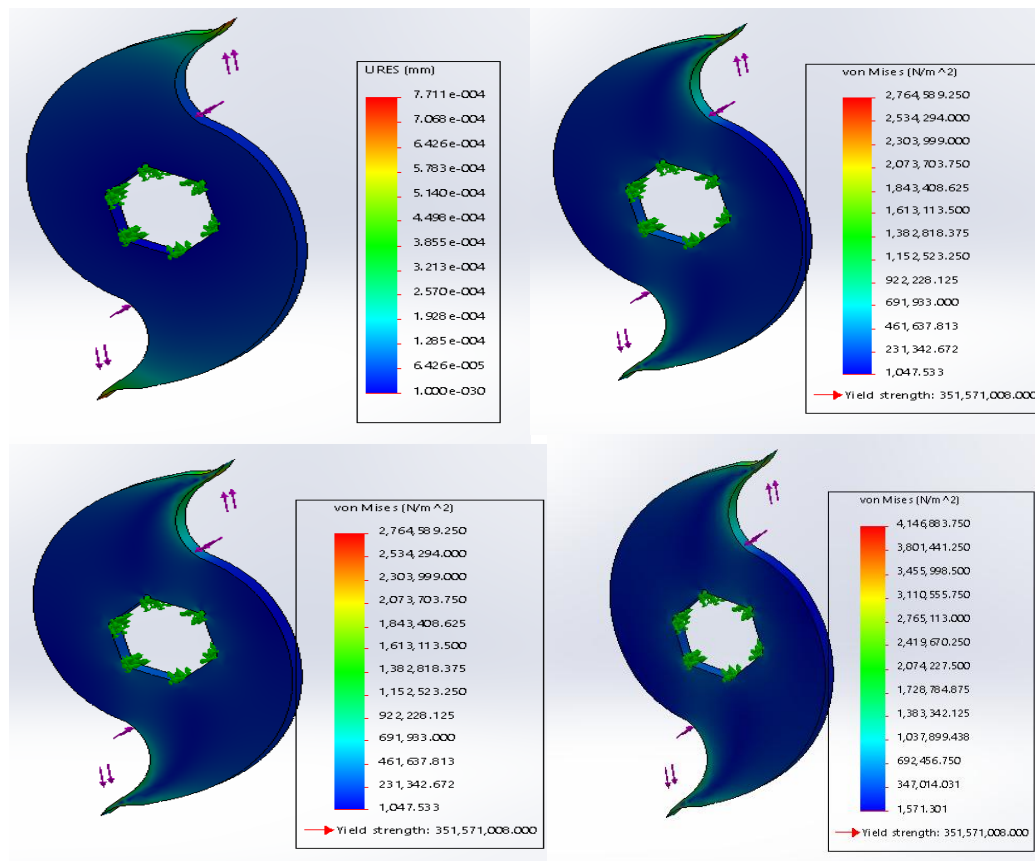
Gambar 2. Nilai Vonmises

Pada Gambar 3 terlihat hasil simulasi displacement (perpindahan) mata pisau mesin pencacah kertas saat diberikan beban dengan sudut kemiringan 10° . Simulasi ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana deformasi terjadi pada mata pisau akibat gaya kerja selama proses pencacahan. Berdasarkan visualisasi pada gambar, area dengan warna paling mencolok menunjukkan titik-titik dengan perpindahan paling besar, sedangkan area dengan warna lebih redup menunjukkan bagian dengan perpindahan minimal.



Gambar 3. Sudut 10 SF

C. Mata pisau tipe 20° mata pisau ini berbetuk seperti sirip ikan hiu. Bagian yang memotong adalah bagian luar pisau. Mata pisau ini memotong dengan cara mengiris dari pangkal hingga ujung dan mungkin tidak seluruhnya mengalami kontak dengan bidang sampah. Hasil dari penelitian awal massa pemotongan yang dibutuhkan tidak terlalu besar seperti mata pisau 10°. Gaya yang terjadi tidak sama disepanjang (L) sesuai arah gaya yang diberikan (F), terlihat gambar 4



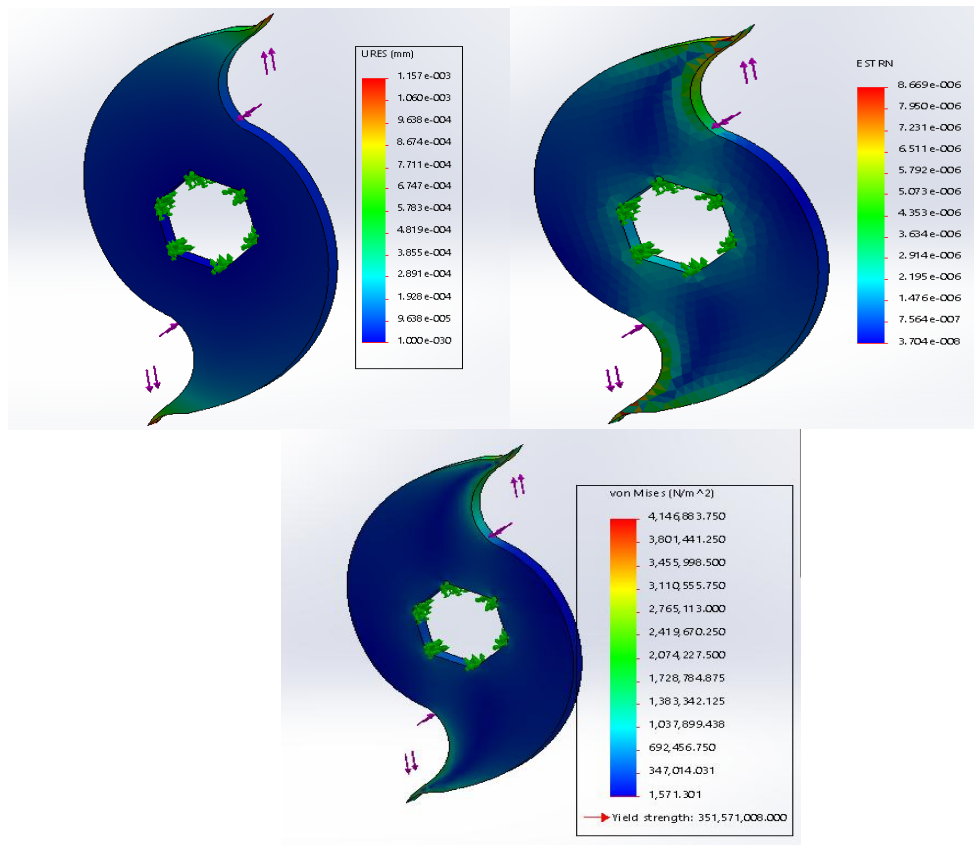
Gambar 4 Sudut 20° displacement, Sudut 20° strain, Sudut 20° stress, Sudut 20° FS

Simulasi pada Gambar 3 menunjukkan respon deformasi (displacement) dan nilai faktor keamanan (Safety Factor) pada mata pisau mesin pencacah kertas ketika diberikan sudut kemiringan 10°. Tujuan dari simulasi ini adalah untuk mengetahui pengaruh sudut pemotongan terhadap kestabilan struktur pisau selama proses pencacahan material kertas. Dari hasil simulasi displacement, terlihat bahwa perpindahan terbesar terjadi di ujung pisau yang menerima gaya potong secara langsung. Besarnya displacement pada sudut 10° masih dalam batas wajar dan tidak menyebabkan deformasi permanen. Nilai strain yang terbentuk pada konfigurasi ini menunjukkan bahwa material masih bekerja dalam daerah elastis, artinya pisau akan

kembali ke bentuk semula setelah gaya dilepaskan. Sementara itu, visualisasi Safety Factor (SF) menunjukkan distribusi nilai keamanan pada seluruh bagian pisau. Berdasarkan gambar, area dengan nilai SF tinggi (misalnya di atas 2,5) mengindikasikan bahwa komponen tersebut masih jauh dari kondisi gagal. Nilai SF yang terendah masih berada dalam ambang aman, yaitu di atas 1,5, yang menunjukkan bahwa desain ini cukup andal untuk digunakan dalam aplikasi nyata. Kesimpulannya, penggunaan sudut 10° pada mata pisau menghasilkan kombinasi antara efisiensi pemotongan dan keamanan struktural yang optimal. Hasil ini dapat dijadikan acuan dalam proses manufaktur maupun pengujian lebih lanjut di lapangan.

D. Mata pisau tipe 30° mata pisau ini berbetuk seperti sirip ikan hiu sama seperti mata pisau 30° namun memiliki sudut lebih miring. Mata pisau ini memotong dengan cara mengiris dari pangkal hingga ujung dan mungkin tidak seluruhnya mengalami kontak dengan bidang sampah. Hasil dari penelitian awal massa pemotongan yang dibutuhkan untuk memotong tidak terlalu besar seperti mata pisau 10° dan mata pisau 30° . Gaya yang terjadi tidak sama disepanjang (L) sesuai arah gaya yang diberikan (F), terlihat gambar

5



Gambar 4.19 Sudut 30° displacement, Sudut stress 30° & Sudut strain 30°

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis teknis terhadap pencacahan sampah plastik, diperoleh massa potong rata-rata sebagai berikut:

- a) Mata pisau sudut 10° menghasilkan rata-rata 1,155 kg,
- b) Mata pisau sudut 20° menghasilkan rata-rata 0,77 kg, dan
- c) Mata pisau sudut 30° menghasilkan rata-rata 0,625 kg.

Dari hasil pencacahan menggunakan ketiga variasi mata pisau dan metode *feeding*, dapat disimpulkan bahwa mata pisau sudut 30° memberikan hasil cacahan terbaik, ditunjukkan dengan ukuran hasil cacahan yang lebih halus dan lebih banyak lolos ayakan dibandingkan mata pisau sudut 10° dan 20° . Namun, untuk efisiensi waktu pencacahan, mata pisau sudut 10° lebih unggul. Selain itu, gaya pencacahan yang diperlukan sebesar $F = 108,864$ N, dengan torsi yang dibutuhkan Sudut 10° , $T = 8,16$ Nm, Sudut 20° : $T = 4,1$ Nm, Sudut 30° , $T = 2,72$ Nm

Daya yang dibutuhkan juga bervariasi, yaitu Sudut 10° : 1,6 HP, Sudut 20° : 0,8 HP, Sudut 30° 0,5 HP Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar sudut mata pisau, maka semakin kecil pula torsi dan daya yang dibutuhkan oleh mesin pencacah plastik.

B. SARAN

- a) Penggunaan Conveyor Disarankan untuk menambahkan sistem *conveyor* pada mesin pencacah guna mempermudah proses pemasukan botol plastik secara otomatis dan efisien.
- b) Peningkatan Otomatisasi dengan Arduino Untuk mempercepat dan mempermudah analisis hasil cacahan, dapat ditambahkan sistem sensor berbasis Arduino guna mendeteksi jumlah atau ukuran hasil cacahan secara real-time.
- c) Pengujian Ulang dengan Variasi Material Perlu dilakukan pengujian lanjutan dengan jenis sampah plastik berbeda untuk mengetahui performa mata pisau terhadap berbagai karakteristik material.
- d) Peningkatan Keamanan Operasional Diperlukan penambahan sistem pengaman seperti pelindung pisau dan tombol darurat (*emergency stop*) untuk menjamin keselamatan operator selama proses pencacahan.

- e) Perbaiki Sistem Pembuangan Hasil Cacahan Disarankan mengintegrasikan sistem sortir atau saringan otomatis pada bagian keluaran mesin agar hasil cacahan dapat langsung terklasifikasi berdasarkan ukuran.

.UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Pamulang Kampus Serang, rekan-rekan dosen dan mahasiswa, serta Tim Peneliti Teknik Mesin atas dukungan dan partisipasinya dalam kegiatan ini. Terima kasih juga kepada semua pihak yang telah berkontribusi, baik secara moral maupun material. Semoga kerja sama ini terus berlanjut dan memberikan manfaat bagi masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adventa, A. D., Martini, S., & Mufidah, I. (2020). Optimasi Jarak Mata Pisau Pada Mesin Pencacah Plastik Untuk Meningkatkan Aliran Dengan Metode DEM-DOE. Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC, November, 1–9.
- Affandi, & Rizky, A. (2020). Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Kekerasan Baja Aisi 6135 Yang Mengalami Perlakuan Panas Anealing. Repository Umsu.
- Ahmad Dani Pratama. (2021). Uji pengaruh variasi putaran mesin terhadap kapasitas pada mesin pencacah plastik.
- Aslam, M. N. (2018). Rancang Bangun Mesin Crusher Plastik. Elemen Mesin Yang Digunakan Adalah : - Bearing / Bantalan Jenis 6311 SKF - Pulley Yang Digerakkan Memiliki Diameter 250 Mm Dan Yang Penggerak Berdiameter 105 Mm - V Belt Dengan Jumlah 3 Buah Tipe B - Pasak - Poros Dengan Material S55C Dengan Diameter 55 M, 3(606404), 2–5.
- Burlian, F., Yani, I., & S, J. A. (2019). Rancang Bangun Alat Penghancur Sampah Botol Plastik Kapasitas ± 33 Kg / Jam. 4(2502), 17–23.
- Dian Fendi Nurqolikin. (2017). Analisis pengaruh putaran dan sudut pisau terhadap kapasitas pada mesin pencacah plastik. Pengayakan, 37, 1–4.
- Fadillah, E. (2020). Analisa mata pisau pencacah limbah organik dengan menggunakan bahan baja St 41. International Journal of Hypertension, 1(1), 1–171.
- Ferdian, M. (2019). Perancangan dan Analisis pisau penghancur pada mesin penghancur limbah kaca.
- I Gusti Ngurah Raditya Adi putra. (2016). Pengaruh kecepatan potong dan pisau pada mesin sampah organik dan sampah plastik.
- Ibrahim, S., Hersaputri, M., & Inouki, V. (2021). Pembuatan Mata Pisau Mesin Pencacah Sampah Plastik dengan Material AISI D2 yang Dikeraskan Pendahuluan Metodologi Data dan Pembahasan 3 . 1 Desain Mata Pisau. 3(1), 1–5.
- Ismail Subhidin, Eddy Djatmiko, E. M. (2020). Perancangan Mesin Pencacah Plastik Kapasitas 75 Kg / Jam. Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ, 1–6.
- Krisna Yudhantyo Prabawansyah. (2020). Optimasi redesign sudut mata pisau potong

- mesin pencacah sampah botol plastik.
- Nur, I., Nofriadi, & Rusmardi. (2014). Pengembangan Mesin Pencacah Sampah / Limbah Plastik. Seminar Nasional Sains Dan Teknologi, November, 1–8.
- Pratna, A. H. (2020). Perancangan dan pembuatan alat penghancur kayu racuk. Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret201, 2(1), 41–49.
- Segara, F. (2019). Desain mesin pencacah limbah botol plastik dan softdrink kapasitas 10kg/jam.
- Suryawan, I. G. P. A., Widhiada, I. W., Lokantara, I. P., & Rendragraha, A. A. N. D. (2016). Variasi pisau potong dan feeding pada mesin pencacah dan pemisah sampah organik dan sampah plastik untuk menghasilkan serpihan sampah organik yang lebih kecil. Snttm Xv, 5–6.
- Yoel Frenky Silitongaa, Kardimanb, R. H. (2021). Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Jenis Pet Skala Industri Rumah Tangga (Home Industry). Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering, 3(2), 7.
- Yohanes, A. Fa. dan. (2017). Pengaruh variasi putaran pisau dan geometri mata pisau potong mesin shredder penghancur batang kelapa sawit. 4(2), 1–6.