

ANALISA MATA PISAU MESIN PENCACAH SAMPAH DENGAN SIMULASI CAE

ANALYSIS OF WASTE CRUSHING MACHINE BLADES USING CAE SIMULATION

¹Idaman Erlangga Jaya, ²Muhammad Abdulloh, ³Adin, ⁴Muhammad Akmal Ataulah, ⁵Muhammad Ma'mun

^{1,2,3,4,5}Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Pamulang Serang Kota Serang
Jl. Raya Jakarta Km 5 No.6, Kalodran, Kec. Walantaka, Kota Serang, Banten 42183

email : ¹dosen10105@unpam.ac.id

ABSTRAK

Dalam kehidupan sehari-hari, sampah adalah sesuatu yang tidak penting, tidak menarik, dan menarik benda. Jika sampah terus berlanjut, umurnya yang panjang akan menjadi masalah besar bagi masyarakat sekitar dan lingkungan. mekanisme pengolahan sampah plastik untuk di daur ulang, salah satu bagian dari mesin pencacah plastik. Menghasilkan mesin pencacah ini memiliki peran yang besar, menyebabkan cipratan plastik menjadi ukuran yang lebih kecil sebelum di pop, Mata pisau merupakan alat untuk mengubah bahan organik suatu komposisi dengan cara caking atau menggunakan resin komposit ST 37 , yang memiliki silika yang mudah ditebuk dan kandungan karbon berkualitas tinggi. Menggunakan perangkat lunak CAE untuk mensimulasikan perancangan mesin pencacah sampah, dan material yang akan digunakan adalah baja metrik ST37, Pembebanan sekitar 300 N menerima tegangan maksimum, juga dikenal sebagai tegangan von Mises, sekitar $9,98 \times 10^4$ N/m² atau ditetapkan pada $9,98 \times 10^{-4}$ MPa. Selain itu, rata-rata tegangan terdapat di sekitar zona peringatan ketinggian $4,15 \times 10^2$ N/m² atau $4,15 \times 10^{-2}$ MPa.

Kata kunci : sampah, mencacah, mencacah CAE, Mata Pisau

ABSTRACT

In everyday life, garbage is an object that is useless, dirty and disgusting. If garbage continues to exist, over time the garbage will accumulate and cause big problems for humans and the surrounding environment. Plastic chopping machines are one part of the mechanism for processing plastic waste for recycling. In this case the chopping machine has a big role, where plastic waste will be chopped into small sizes which are then processed. The blade is a tool for chopping or cutting organic waste into compost using ST 37 carbon steel material which has a low carbon content and soft properties. so easy to shape. The design of the blade of the garbage chopper was drawn using CAE software, and the material to be used was made of ST37 steel, loading of 300 N obtained a maximum stress or von mises stress of 9.98×10^4 N/m² or equivalent to 9.98×10^{-4} MPa. In addition, the average voltage is in the green area which is around 4.15×10^2 N/m² or equivalent to 4.15×10^{-2} MPa.

Keywords: trash, chopping, chopping CAE, blade

A. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari, sampah merupakan benda yang tidak berguna, kotor dan menjijikkan. Jika sampah terus ada, lama kelamaan sampah akan menumpuk dan menimbulkan masalah besar bagi manusia dan lingkungan sekitarnya. Sampah bahkan sudah menjadi masalah dunia. Oleh karena itu, sekalipun manusia sendirilah yang membuat segalanya, tidak mengherankan jika ruang gerak manusia terhalang olehnya. Saat ini banyak masalah lingkungan yang dihadapi, salah satunya adalah pembuangan limbah, walaupun

banyak cara untuk mengatasi masalah tersebut, yaitu melalui pengomposan. Hal tersebut dapat mengurangi permasalahan sampah yang sudah ada disekitar kita. (Jaelani et al., 2021). Dengan kemajuan teknologi seperti sekarang ini mulai dikembangkan alternatif dalam menangani sampah ini. Dalam menangani sebuah permasalahan akibat keberadaan sampah yang tentunya mengganggu ruang gerak kita diperlukan pengolahan dengan cara pengomposan. Sehingga untuk mempermudah kita diperlukan alat untuk mencacah sampah tersebut menjadi serpihan kecil guna mempercepat proses pengomposan. Dilihat dari hasil pengerasan baja dalam perkembangan industri pisau atau pandai besi, kami dapat meningkatkan permintaan konsumen. Dalam proses penggunaan baja untuk membuat pisau, kita dapat mencoba untuk mengurangi permasalahan yang ada saat menggunakan baja ringan untuk membuat pisau. Dalam industri pisau atau pandai besi sendiri, mereka menemui beberapa kendala, diantaranya banyak konsumen yang mengeluhkan ketajaman dan kekuatan pisau yang dihasilkan. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi ketajaman dan kekuatan mata pisau, diantaranya adalah media pendingin selama perlakuan panas.

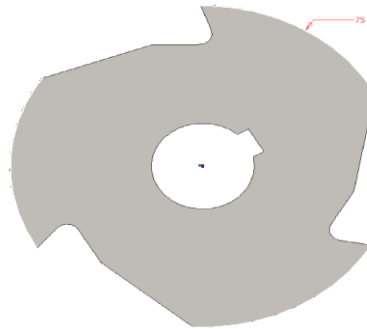
Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan prinsip-prinsip fisik dan pneumatik. Mengingat kemajuan teknologi, desain program-program telah sering digunakan oleh para insinyur saat membuat rancangan khusus untuk memenuhi kebutuhan dan menganalisis masalah yang muncul di lapangan. Saat ini, hampir setiap industri menggunakan teknologi desain yang dibangun di atas dasar CAD (Computer Aided Design), CAE (Computer Aided Engineering), dan CAM (Computer Aided Manufacture). Penerapan teknologi sangat penting untuk mendapatkan desain rancangan dan parameter kinerja terbaik. (Indah & Arrifin, 2021). Melihat dari data tersebut, suatu perencanaan mata pisau untuk mencacah sampah yang dirancang menggunakan software CAE (*Computer Aided Engineering*) dengan menggunakan bantuan tool berupa software ini dapat mempermudah analisa pada suatu benda dan hasil analisa akan lebih maksimal.

II. METODE PELAKSANAAN

2.1 Perhitungan Perancangan Dan Analisis Tegangan

Sebelum melakukan analisis menggunakan software CAE, citra pisau atau mata pisau dimodelkan menggunakan software CAD. Sebelum membuat model pisau yang akan dianalisis, tentukan dimensi pisau. Bahan yang berguna untuk membuat mata pisau dengan baja ringan yang memiliki sifat cukup. Berdasarkan parameter data, data tersebut

dimasukkan ke dalam perangkat lunak simulasi untuk melakukan analisis. Mata pisau yang bersangkutan akan dijalankan pada pencacah mesin dengan motor induksi listrik 1 Fasa 2 HP sehingga mata pisau yang bersangkutan dapat beroperasi. Untuk berfungsi dengan meremukan, menekan, dan menghancurkan kaca limbah, sistem penghancur kertas menggunakan dua buah poros dengan pisau yang disusun dan berputar berlawanan arah. Desain Mata pisau dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pisau Shredder

Data perencanaan sistem pemotong

• Diameter	: 150 mm
• Tebal	: 15 mm
• Bahan	: Baja Karbon SC45
• Luas penampang mata pisau	: 18,5 mm ²
• Total jumlah pisau	: 10 Pisau
• Modulus elastisitas kaca	: 73,10 kgf/mm ²
• Putaran pisau direncanakan (<i>n</i>)	: 36,25 rpm
• Putaran awal motor listrik	: 1450 rpm

Gaya Potong Pisau (F_{pisau})

$$\begin{aligned} 1. \quad a. F_{pisau} &= A \cdot F_s \\ &= 18,5 \text{ mm}^2 \times 73,10 \text{ kgf/mm}^2 \\ &= 13262 \text{ N} \end{aligned}$$

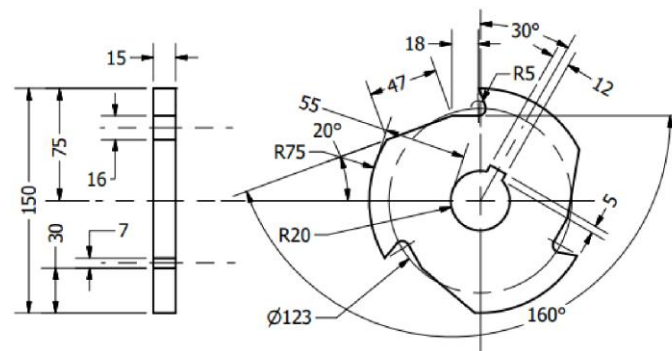
Dengan mendapatkan gaya potong, maka dapat dicari torsi pada mata pisau dengan menggunakan persamaan:

$$b) T_{pisau} = F \cdot r$$

$$T_{pisau} = 13262 \text{ N} \times 0,075 \text{ m} = 994,65 \text{ Nm}$$

2. Perhitungan Kapasitas Mesin

Pada gambar 2. merupakan geometri mata pisau yang di simulasikan



Gambar 2. Geometri Pisau Penghancur
(Teknik Mesin, Universitas Pamulang)

Asumsi kapasitas mesin dihitung berdasarkan luasan potong pisau tiap pisau dan dapat terpotong sempurna

Data pisau:

- Diameter pisau : 150 mm = R 75 mm
- Diameter dalam : 123 mm = R 65,5 mm
- Tebal pisau : 15 mm
- Panjang mata pisau : 18 mm
- Tinggi mata pisa : 9,5 mm
- Jumlah pisau : 10 pisau
- Jumlah mata pisau : 3 mata pisau

Luasan potong: $15 \text{ mm} \times (R75 - R65,5) = 142,5 \text{ mm}^2$

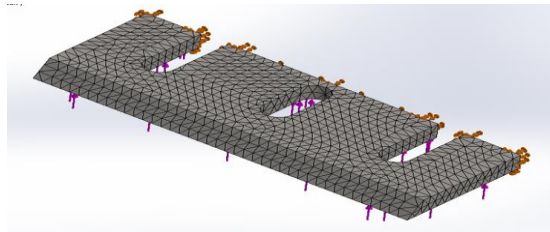
Volume potong: $142,5 \text{ mm}^2 \times 18 \text{ mm} = 2565 \text{ mm}^3$

Setiap 1 pisau mempunyai 3 mata pisau sehingga satu pisau dapat mencabik kaca sebesar $3 \times V \text{ mm}^3$ ($3 \times 2,56500 \text{ mm}^3 = 7,695 \text{ mm}^3$). Ada 10 pisau tetapi dalam prakteknya pisau yang menghancurkan kaca hanya 60% karna kebanyakan pisau yang menghancurkan kaca berada di bagian tengah sehingga $10 \times 60\% = 6$ pisau yang sering menghancurkan kaca, Hasil simulasi menggunakan software CAE untuk menganalisa perpindahan dan tegangan. Untuk memahami hasil analisis elemen hingga dari interaksi von Mises yaitu, analisis statistik digunakan. Pengaruh Tegangan von Mises pada elemen individu Analisis Menggunakan Elemen Hingga. kemungkinan kaca yang dihancurkan dalam 1 rotasi adalah 45% dan yang terpotong dalam satuan putaran volume $6 \times 3 \times 45\% \times 0,000002565 \text{ m}^3 \times 1 \text{ rotasi} = 0,0000207765 \text{ m}^3/\text{rotasi}$, atau $0,0000207765 \text{ m}^3$ dalam satuan putaran, dan mesin berputar 36,25 rpm.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

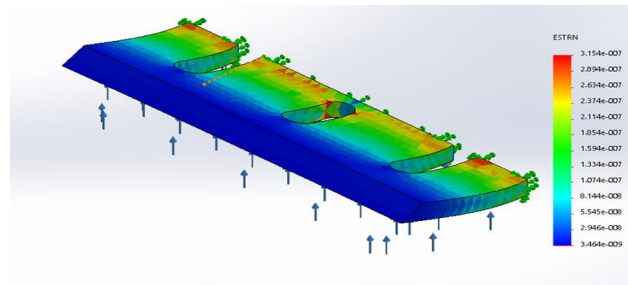
3.1. Mata Pisau Plate

Untuk keperluan analisis mata pisau dan material pendukung sebelum memulai proses pembuatan komposit plastik, yang jelas tidak mungkin tanpa menggunakan analisis elemen hingga (FEA). Hasil yang akan diperoleh meliputi tegangan von Mises, perpindahan, dan faktor keamanan sebagai temuan awal sebelum pembuatan mesin dimulai. Pada penelitian ini dilakukan simulasi statistik dengan menggunakan software CAE, seperti terlihat pada Gambar 3. di bawah ini.



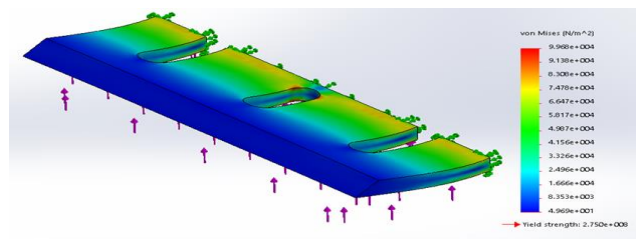
Gambar 3. *Meshing* Mata Pisau

Sistem pemodelan Analisis Elemen Hingga juga sangat dipengaruhi oleh sistem meshing yang dilakukan pada objek yang akan diperiksa. Meshing tetrahedral adalah jenis yang digunakan dalam simulasi ini, dengan jumlah total node dan elemen masing-masing 2565 dan 1307. Sebagai hasil dari analisis yang berhasil dan teknik penyambungan yang lebih baik, tugas ini dimaksudkan untuk membuat rasio satu elemen dengan elemen lainnya lebih mudah dikelola. Cara terbaik untuk membandingkan rasio mesh adalah dengan mengasumsikan bahwa setiap elemen bernilai 1 atau mendekatinya. Konstruksi jala dengan pisau atau tikar pisau. Selanjutnya adalah Initial condition yang digunakan adalah tipe displacement/rotation dengan nilai 0 pada setiap sumbu X,Y, dan Z sehingga komponen ini hanya diam atau tertahan jika dikenai pembebanan. Ini penting karena wilayah saat ini mau tidak mau akan tertutup lapisan aspal, artinya tidak akan ada perubahan yang terlihat. Untuk memahami kondisi awal pengujian, lihat Gambar 4.2. Tekanan yang disediakan dalam simulasi ini adalah jenis tekanan. Kantong yang ada akan mendapat manfaat dari sampah yang nantinya akan terurai sehingga dapat menyatu dengan bahan sampah tersebut. Hasil simulasi menggunakan software CAE untuk menganalisis perpindahan dan tegangan. Untuk memahami hasil analisis elemen hingga dari persamaan koneksi von Mises, digunakan analisis statistik. Hasilnya ditunjukkan pada Gambar 4. di bawah ini. Hasil pengujian regangan memiliki nilai maksimum sebesar 3.154×10^7 .



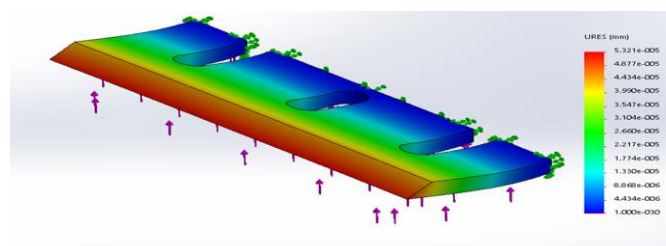
Gambar 4. Pengujian *Strain*

Keluaran dari simulasi yang bersangkutan akan mencakup nilai tegangan Von Mises, perpindahan, dan faktor keamanan untuk setiap variasi gaya yang ditawarkan. Data ini akan dianalisis untuk menentukan data minimum yang digunakan sebagai inspirasi desain model. Analisis proses dilakukan dengan menggunakan tiga kekuatan pembebanan yang berbeda, 300 N, yang menunjukkan bahwa kemampuan pembebanan mata pisau dapat berfungsi selama proses pemotongan plastik. Hal ini penting untuk memahami perbedaan antara sebaran tegangan von mises di rantai dan kondisi operasional kerja mesin. Hasil analisis ditampilkan pada Gambar 5. di bawah ini.



Gambar 5. *Von Misses Stress*

Hasil analisis menunjukkan bahwa ketika beban sekitar 300 N diterapkan, tegangan maksimum, juga dikenal sebagai tegangan von Mises, atau tekanan di permukaan, adalah sekitar $9,98 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$ atau $9,98 \cdot 10^{-4} \text{ MPa}$. Selain itu, rata-rata tegangan terdapat di sekitar zona peringatan ketinggian $4,15 \cdot 10^{-2} \text{ MPa}$ atau $4,15 \cdot 10^2 \text{ N/m}^2$.

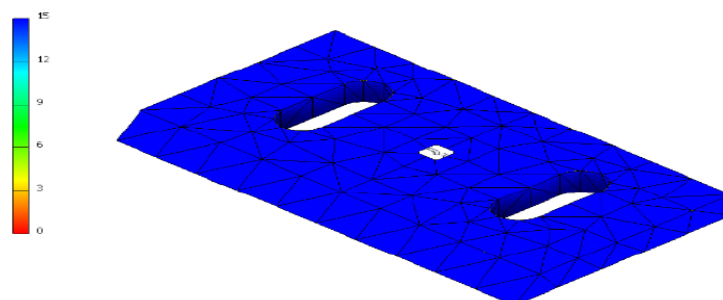


Gambar 6. *Displacement*

Perpindahan adalah perubahan paling signifikan dalam bentuk atau geometri dari setiap tikungan sebagai akibat dari ucapan yang telah dibacakan. Hasil analisis fenomena perpindahan yang terjadi pada Gambar 6. Hasil analisis simulasi mengungkapkan bahwa pada torsi 300 N, perpindahan sekitar $5,321 \cdot 10^{-5}$ meter atau $5,321 \cdot 10^{-2}$ milimeter diamati.

Perpindahan yang terjadi sangat kecil, hanya 1mm. Hasil analisis menunjukkan bahwa tegangan yang diberikan pisau sangat aman, dan dapat diperbaiki karena perpindahannya kecil, artinya tidak ada perubahan geometri pisau. Ini karena perpindahan lebih sering terjadi di lingkungan elastis, yang menghasilkan dampak yang jauh lebih kecil pada perubahan bentuk model pahat. Perpindahan merupakan faktor penting dalam kasus ini; jika ada perubahan perpindahan, geometri akan berubah dan fungsi komponen yang bersangkutan tidak ideal. Berdasarkan hasil simulasi, bila suatu komponen menerima pembebanan yang kuat tetapi tidak menghasilkan perpindahan yang signifikan atau sebaliknya perpindahan yang sangat kecil, maka komponen tersebut akan mengalami penurunan kualitas.

Luasnya perlindungan suatu benda merupakan salah satu faktor keamanan. Terlepas dari apakah suatu objek diarahkan secara aman atau non-aman, faktor keamanan adalah satu-satunya pertimbangan yang sangat penting untuk membangun dan mengembangkan model pengujian. Faktor keamanan terbaik adalah nilai minimum yang diperoleh lebih besar dari 1. Output faktor keamanan dari hasil simulasi sudu/pisau, seperti ditunjukkan pada Gambar 7. di bawah, merupakan hasil analisis faktor keamanan.



Gambar 7. Safety faktor

Berdasarkan hasil simulasi didapatkan faktor keamanan sekitar 15. Seluruh hasil simulasi untuk area tersebut diperoleh secara hitam putih. Faktor keamanan model diperoleh dari jumlah maksimum bahan yang digunakan dalam model dan dibandingkan dengan jumlah maksimum beban yang telah atau mungkin terjadi. Simulasi model pada 300 N menghasilkan faktor keamanan yang lebih dari 15 menurut teori. Tetapi jumlah maksimum angka untuk membaca dalam perangkat lunak adalah 15, dan 15 angka tersebut adalah yang paling aman untuk desain simulasi. Hasil faktor keamanan menunjukkan kepastian model pisau/mata pisau aman dari tegangan yang ditawarkan. Faktor keamanan yang didapat lebih dari 1, menjadikan pisau aman untuk digunakan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

a) Kesimpulan

- Tegangan maksimum, juga dikenal sebagai tegangan von Mises, lebih besar dari 9,98 104 N/m² atau setidaknya 9,98 10⁻⁴ MPa. Selain itu, rata-rata tegangan terdapat di sekitar zona peringatan ketinggian 4,15 10⁻² MPa atau 4,15 10² N/m². Untuk memahami hasil analisis unsur hingga dari interaksi tegangan von Mises pada masing-masing unsur digunakan analisis statistik. Hasil analisis struktur pengujian dengan kemungkinan nilai tertinggi 3.154 x 10⁷.
- Hasil simulasi menggunakan software CAE untuk menganalisis perpindahan dan tegangan. Untuk memahami hasil analisis elemen hingga dari persamaan tegangan von Mises, digunakan analisis statistik. Analisis ini disebut Perhitungan Koneksi Von Mises di Levels Elemen dalam Analisis Elemen Hingga. Hasilnya ditunjukkan pada Gambar 5. di bawah ini. Namun hasil pengujian sudut 45 derajat pada gambar 6. menunjukkan bahwa kemungkinan resolusi tertinggi adalah 3.154 x 10⁷.

b) Saran

- Untuk penelitian selanjutnya, simulasi dan analisis dari satu-satunya komponen mesin pencacah dapat dilanjutkan dengan komponen mesin lainnya karena adanya simulasi dan analisis sangat membantu peneliti sebelum memulai proses pembuatan.
- Nilai dalam hal ini sangat kecil (di bawah 0), memungkinkan untuk menjadi baik, dan tidak terjadi perubahan geometri pada bilah atau pisau. Faktor keamanan tertinggi yang diperoleh adalah sekitar 15. Keadaan ini sangat aman selama faktor keamanan minimal 1.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih saya ucapkan kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Pamulang kampus Serang, rekan-rekan mahasiswa yang telah membantu dan serta Tim peneliti dari Teknik Mesin dan Semua Pihak yang sudah berperan aktif dan sudah berkontribusi dan mendukung baik secara moral ataupun material

DAFTAR PUSTAKA

Anggraeni, N. D., & Latief, A. E. (2018). Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Tipe Gunting. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 2(2), 185–190.
<https://doi.org/10.26760/jrh.v2i2.2397>

- Anggraini, D., Pertiwi, M. B., & Bahrin, D. (2012). Biogas Dari Sampah Organik. *Pengaruh Jenis Sampah, Komposisi Masukan dan Waktu Tinggal Terhadap Komposisi Biogas dari Sampah Organik*, 18(1), 17–23.
- Camila. (2013). Limbah Industri. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Desi, N., Dan, A., & Latief, A. E. (2017). *Seminar Nasional-XVI Modifikasi Mata Pisau Mesin Pencacah Plastik Tipe Polyethylene menggunakan solidworks*. 69–78.
- El, R. et. (2020). Perancangan Mesin Pencacah Plastik Kapasitas 25 Kg. *Media Teknologi*, 06(02), 19–28.
- Indah, N. I., & Arrifin, I. A. (2021). Analisis Cetakan Injeksi Plastik Impeller Pompa Air Pada Kapal Nelayan Aplikasi Cad/Cae/Cam. *Poros*, 16(2), 145. <https://doi.org/10.24912/poros.v16i2.11653>
- Indrawan, F. M. (2021). *Pembuatan Mata Pisau Pada Mesin Pencacah Plastik Menggunakan Baja Aisi 1020 Politeknik Harapan Bersama Tahun 2021*.
- Irwanda, R. (2010). Analisa Ketahanan dan Perawatan Bearing. *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret201*, 2(1), 41–49.
- Jaelani, M. A., Sidiq, M. F., & Wilis, G. R. (2021). Analisa Penguatan Mata Pisau Mesin Pencacah Sampah Organik Dengan Proses Heat Treatment Bertingkat. *Jurnal Crankshaft*, 4(1), 93–102. <https://doi.org/10.24176/crankshaft.v4i1.6024>
- Kharel, A. (2015). Rancang Bangun Mesin pencacah Sampah Organik. *Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA, Palembang*, 5–13. [http://eprints.polsri.ac.id/1638/2/BAB 2 .pdf](http://eprints.polsri.ac.id/1638/2/BAB%202.pdf)
- Luhur P, H. A., Hadi, E. S., & Amiruddin, W. (2020). Jurnal teknik perkapalan. *Teknik Perkapalan*, 8(3), 368–374.
- Marliani, N. (2015). Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga (Sampah Anorganik) Sebagai Bentuk Implementasi dari Pendidikan Lingkungan Hidup. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 4(2), 124–132.