

**ANALISA HEAT TRANSFER PADA MATA PISAU MESIN PENCACAH  
MENGUNAKAN FINITE ELEMENT ANALYSIS DENGAN VARIASI MATERIAL  
SKD11, SKH51, DAN C45**

**ANALYSIS OF HEAT TRANSFER ON SHREDDER MACHINE BLADES USING  
FINITE ELEMENT ANALYSIS WITH VARIATIONS IN SKD11, SKH51 AND C45  
MATERIALS**

**<sup>1</sup>yuda Hernanda, <sup>2</sup>Afriyandi, <sup>3</sup>Alifuddin Al Islami, <sup>4</sup>Bayu Komara, <sup>5</sup>Dadiah Hidayat**

*<sup>1,2,3,4,5</sup>Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Pamulang Serang Kota Serang  
Jl. Raya Jakarta Km 5 No.6, Kalodran, Kec. Walantaka, Kota Serang, Banten 42183*

*email : <sup>1</sup>dosen10017@unpam.ac.id*

**ABSTRAK**

Penggunaan kertas dalam lingkungan sekolah, instansi pemerintahan maupun swasta adalah hal yang umum. Dalam membuat suatu dokumen, sering kali terdapat kesalahan dalam penulisan, sehingga kertas menjadi sampah atau limbah. Hal ini menjadi suatu dampak bagi lingkungan, jika sampah kertas di buang begitu saja, terdapat potensi akan disalah gunakan oleh oknum-oknum yang tidak bertanggung jawab. Maka dengan limbah tersebut jumlahnya tidak sedikit, sehingga untuk mencacah kertas dibutuhkan pisau untuk mencacah kertas agar limbah kertas menjadi hancur dan tidak disalah gunakan nantinya. Pada penelitian ini dilakukan pada analisa perpindahan panas pada mata pisau menggunakan metode *finite element analysis* dengan perangkat lunak Autodesk Inventor. Beban panas pada mata pisau adalah 60°C atau 333°K dengan Variasi material SKD 11 menghasilkan laju panas 313.5 Watt secara simulasi dan 303.2 Watt secara teoritis, sedangkan pada material SKH 51 menghasilkan laju panas 339.3 Watt secara simulasi dan 330.3 Watt secara teoritis, dan pada material C45 menghasilkan nilai 705.8 Watt secara simulasi dan 719.9 Watt secara teoritis.

**Kata Kunci:** Kertas, perpindahan panas, *finite element analysis*, simulasi.

**ABSTRACT**

*The use of paper in schools, government and private institutions is common. In making a document, there are often errors in writing, so that the paper becomes garbage or waste. This is an impact on the environment, if paper waste is just thrown away, there is the potential for it to be misused by irresponsible people. So the amount of waste is not small, so to chop paper it takes a knife to chop the paper so that the waste paper becomes destroyed and not misused later. In this study, the analysis of heat transfer on the blade using the finite element analysis method with Autodesk Inventor software was carried out. The heat load on the blade is 60°C or 333°K with variations in the SKD 11 material producing a heat rate of 313.5 Watts in simulation and 303.2 Watts theoretically, while the SKH 51 material produces a heat rate of 339.3 Watts in simulation and 330.3 Watts theoretically, and the C45 material produces a value of 705.8 Watts in simulation and 719.9 Watts theoretically.*

**Keywords:** Paper, heat transfer, *finite element analysis*, simulation

**I. PENDAHULUAN**

Sampah adalah masalah yang tidak akan ada habisnya, karena selama masih ada kehidupan maka sampah pasti akan selalu diproduksi. Sampah merupakan salah satu permasalahan kompleks yang dihadapi oleh negara-negara berkembang maupun negara-negara maju di dunia, termasuk Indonesia. Permasalahan sampah bukan lagi sekedar masalah kebersihan dan lingkungan saja, akan tetapi sudah menjadi masalah sosial yang

berpotensi menimbulkan konflik. Sistem pengolahan sampah di Indonesia umumnya masih terbelang tradisional ini seringkali akhirnya berubah menjadi praktek pembuangan sampah secara sembarangan tanpa mengikuti ketentuan teknis di lokasi yang sudah ditentukan. Pengelolaan sampah saat ini berdasarkan UU No 18 Tahun 2008 dan PP No 81 Tahun 2012 dilakukan dengan dua fokus utama yakni pengurangan dan penanganan sampah. Seiring bertambahnya jumlah penduduk, maka semakin banyak sampah akan diproduksi. Jika sampah ingin dikelola dengan serius dan dengan cara yang baik dan benar maka sampah bukan lagi suatu masalah. Sampah bahkan bisa menghasilkan sesuatu yang bermanfaat dan dapat mendatangkan penghasilan (uang). Salah satunya yaitu sampah yang bisa didaur ulang adalah sampah kertas. Sampah kertas adalah sampah yang dapat diurai, akan tetapi membutuhkan waktu yang lama untuk menjadi tanah. Dari sampah kertas daur ulang kita bisa membuat beraneka ragam kerajinan tangan. Cara pengolahannya juga relatif mudah dan siapa saja bisa melakukannya.

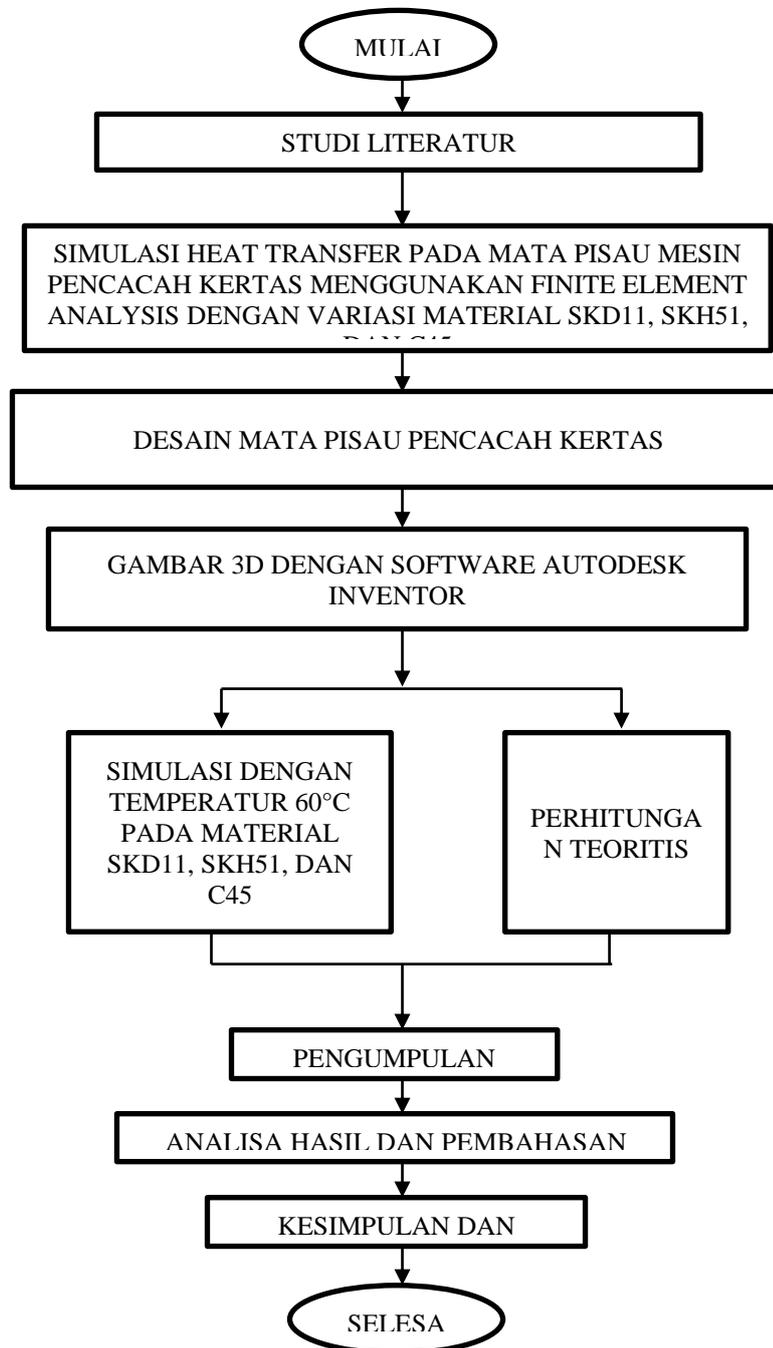
Penggunaan kertas dalam lingkungan sekolah, instansi pemerintahan maupun swasta adalah hal yang umum. Dalam membuat suatu dokumen, sering kali terdapat kesalahan dalam penulisan, sehingga kertas menjadi sampah atau limbah. Hal ini menjadi suatu dampak bagi lingkungan, jika sampah kertas di buang begitu saja, terdapat potensi disalahgunakan oleh pihak yang tidak bertanggung jawab. Salah satu cara agar sampah kertas tidak disalahgunakan, yaitu dengan cara membakarnya. Namun hal tersebut kurang efektif, karena dapat menimbulkan masalah baru dalam proses pembakaran, yaitu menimbulkan polusi udara (Hendriyani et al., 2017).

Dalam hal ini kami ingin memberikan suatu alternatif dalam menanggulangi sampah kertas agar tidak di bakar. Yakni dengan cara menghancurkan sampah kertas dengan menggunakan mesin pencacah kertas. Agar kertas dapat hancur dan tidak dapat disalahgunakan oleh pihak yang tidak bertanggung jawab. Mesin pencacah kertas sendiri mempunyai mata pisau yang berfungsi sebagai pencacah kertas. Dalam hal ini kami mengambil judul “**Simulasi *Heat Transfer* Pada Mata Pisau Mesin Pencacah Kertas Menggunakan *Finite Element Analysis* Dengan Variasi Material SKD11, SKH51, C45**”. Sebelum tahap pembuatan mata pisau di buat, akan di lakukan rekayasa simulasi perpindahan

## II. METODE PELAKSANAAN

## 2.1 Diagram Alir Penelitian

Proses penelitian dalam analisa heat transfer pada mata pisau mesin pencacah kertas secara garis besar proses penelitiannya bisa kita lihat pada gambar 1



Gambar 1. *Flow Chart* Proses Penelitian

## 2.2 Persiapan Simulasi

Prosedur simulasi *Heat Transfer* dengan memakai perangkat lunak *Autodesk Inventor* dengan membuat model mata pisau mesin pencacah kertas 3D, memferivikasi jenis material atau mengisi tabel properties material, kemudian menentukan constrains dilakukan

dengan referensi posisi dari pada tumpuan yang ada pada objek yang telah dimodelkan. Constrain bisa berupa fixed constrains, pin constrains, dan friction constrains, menentukan posisi dan besar beban panas di mata pisau mesin pencacah kertas. Beban panas dibuat konstan yaitu 60°C dan jenis material menjadi 3 variasi yaitu material SKD 11, SKH 51, dan C45. Meshing adalah salah satu Langkah terpenting dalam melakukan simulasi menggunakan Finite Element Analysis. Sebuah mesh terdiri dari elemen yang mengandung node (lokasi koordinat dalam ruang yang dapat bervariasi menurut jenis elemen ) yang mewakili bentuk geometri

### 2.3 Metode Simulasi

**Metode penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:**

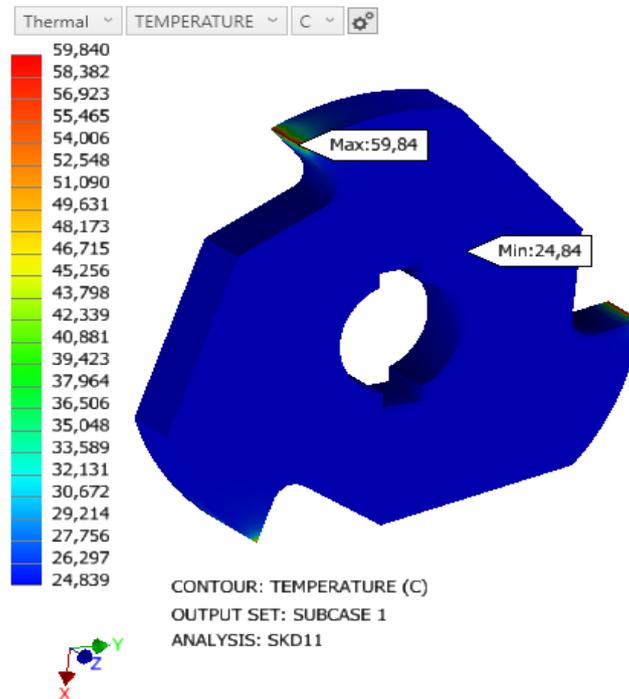
1. Penelusuran Pustaka penelitian yang meliputi tentang analisis mata pisau mesin pencacah kertas dengan simulasi menggunakan metode Finite Element Analysis.
2. Pemodelan gambar mata pisau 3D dengan menggunakan Inventor
3. Pemodelan beban panas menggunakan Inventor Nastran
4. Simulasi Heat transfer

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini akan menganalisa perpindahan panas pada mata pisau mesin pencacah kertas dengan memakai metode *FEA (finite element analysis)*. Setelah proses *running*, maka didapat hasil dari simulasi tersebut diatas, terdapat beberapa hasil yaitu *temperature, solid total heat flux, heat flow*.

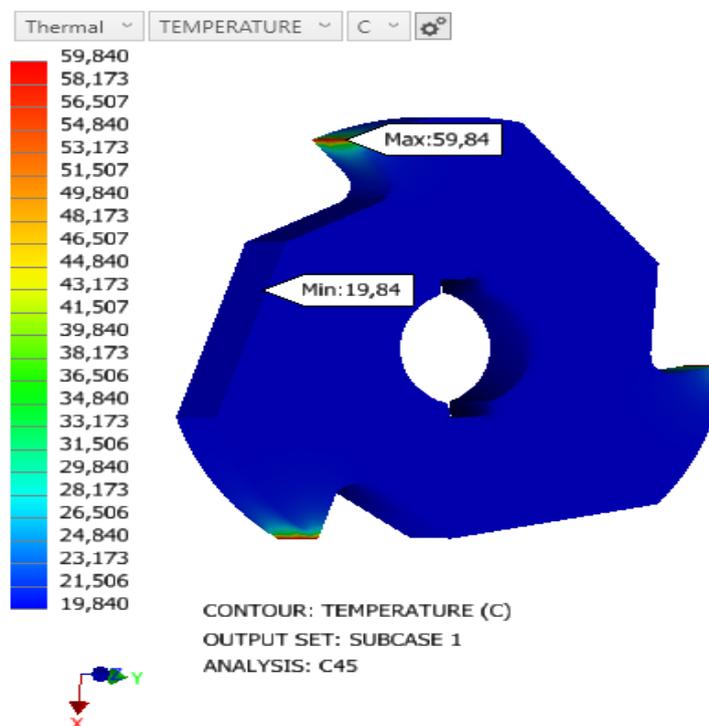
### 1. *Temperature*

Ukuran panas atau dinginnya suatu benda adalah suhu. Jumlah energi panas yang ada pada suatu benda menentukan apakah benda itu panas atau dingin. Nilai suhu sebanding dengan jumlah energi panasnya. Suhu adalah nama lain untuk itu. Suhu benda menyatakan seberapa panas benda tersebut. Secara sederhana, benda yang lebih panas adalah benda yang suhunya lebih tinggi. Suhu menunjukkan energi suatu benda pada tingkat mikroskopis. Pergerakan atom suatu benda dapat berupa perpindahan atau gerakan statis, yang dikenal sebagai getaran. Suhu suatu benda naik sebanding dengan energi atom-atom yang menyusunnya. Pada gambar 1 s/d gambar 2. adalah hasil temperature pada mata pisau mesin pencacah kertas dengan variasi material SKD11, SKH51, dan C45.



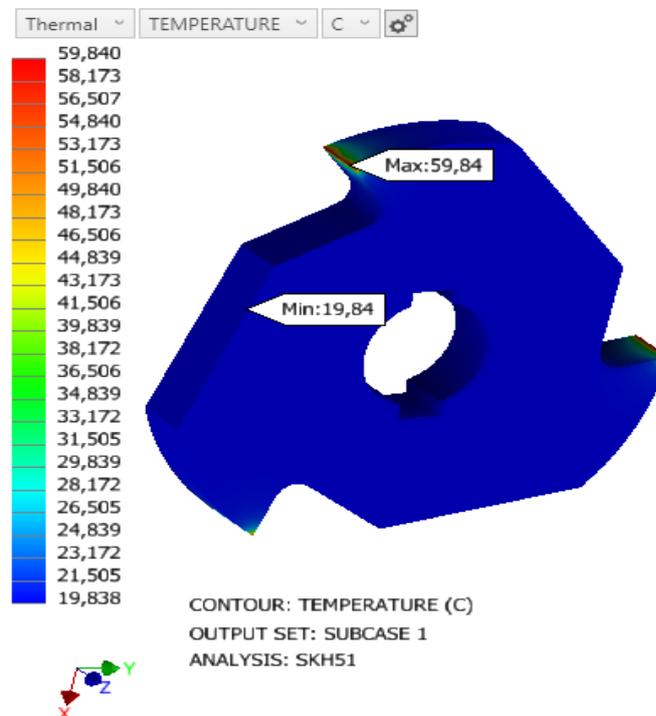
Gambar 2. Temperatur Pada Material SKD11

Sumber: (Dokumen Pribadi)



Gambar 3. Temperatur Pada Material SKH51

Sumber: (Dokumen Pribadi)



Gambar 4. Temperatur Pada Material C45

Sumber: (Dokumen Pribadi)

Dari hasil Temperature pada beban suhu  $60^{\circ}\text{C}$  kepada material SKD11, SKH51, dan C45. Didapat nilai temperature secara umum yang juga di tunjukkan dengan gadasi warna pada mata pisau, warna merah pada mata pisau menunjukkan temperature atau suhu paling tinggi, warna biru tua menunjukkan temperature atau suhu paling rendah. Analisa keseluruhan, yang terangkum dalam gambar 2, 3 dan 4, diperoleh tidak hanya dari hasil simulasi tetapi juga dari perhitungan teoritis. Terdapat perbedaan nilai ketika membandingkan analisis simulasi dan perhitungan teoritis. Dalam hal ini, analisis elemen hingga yang dilakukan dengan perangkat lunak *Autodesk Inventor* lebih akurat karena parameter input lebih kompleks. Dari hasil simulasi dan perhitungan teoritis, maka didapat perbandingan pada heat flow atau laju perpindahan panas pada beban panas  $60^{\circ}\text{C}$  dan pada variasi jenis material SKD11, SKH51, dan C45. Data dan hasil adalah sebagai berikut:

#### A. Material SKD11

Hasil analisis simulasi pada material SKD11 yang terdapat pada gambar 2 menunjukkan nilai laju perpindahan panas sebesar 313.5 Watt, sedangkan untuk perhitungan teoritis didapat hasil perhitungan sebesar 303.2 Watt.

**B. Material SKH51**

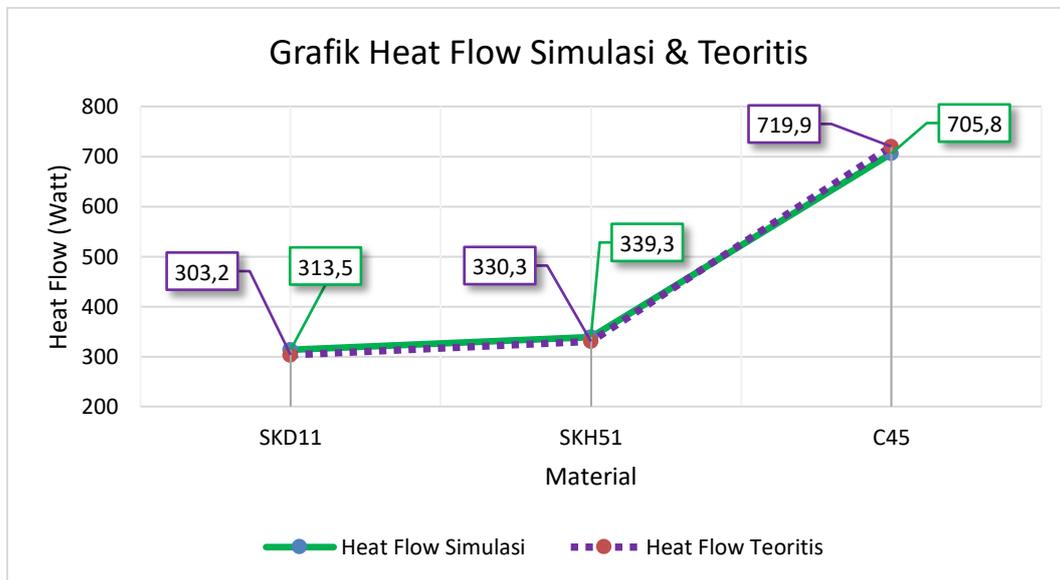
Hasil analisis simulasi pada material SKH51 yang terdapat pada gambar 3. menunjukkan nilai laju perpindahan panas sebesar 339.3 Watt, sedangkan untuk perhitungan teoritis didapat hasil perhitungan sebesar 330.3 Watt.

**C. Material C45**

Hasil analisis simulasi pada material SKH51 yang terdapat pada gambar 4. menunjukkan nilai laju perpindahan panas sebesar 705.8 Watt, sedangkan untuk perhitungan teoritis didapat hasil perhitungan sebesar 719.9 Watt.

Tabel 1. Tabel *heat flow* simulasi dan teoritis

Material	Heat flow simulasi (Watt)	Heat flow teoritis (Watt)
SKD11	313,5	303,2
SKH51	339,3	330,3
C45	705,8	719,9



Gambar 1. Grafik *heat flow* simulasi dan teoritis

**IV. KESIMPULAN DAN SARAN**

**a) Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dari analisa dan pembahasan pada BAB IV dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

Berdasarkan pengujian *temperature* secara umum dengan beban suhu 60°C dan variasi material SKD11 menghasilkan nilai *temperature* maksimal 59.84°C dan *temperature* minimal 24.4°C, variasi material SKH51 menghasilkan nilai *temperature* maksimal 59.84°C dan *temperature* minimal 19.84°C, variasi material C45 menghasilkan nilai *temperature* maksimal 59.84°C dan *temperature* minimal 19.84°C. Berdasarkan pengujian *heat flux* dengan beban suhu 60°C dan variasi material SKD11 menghasilkan nilai *heat flux* 441.3 mW/mm<sup>2</sup>, variasi material SKH51 menghasilkan nilai *heat flux* 456.7 mW/mm<sup>2</sup>, variasi material C45 menghasilkan nilai *heat flux* 954.0 mW/mm<sup>2</sup>. Berdasarkan pengujian *heat flow* dengan beban suhu 60°C dan variasi material SKD11 menghasilkan nilai *heat flow* simulasi 313.5 Watt dan *heat flow* teoritis 303.2 Watt, variasi material SKH51 menghasilkan nilai *heat flow* simulasi 339.3 Watt dan *heat flow* teoritis 330.3 Watt, variasi material C45 menghasilkan nilai *heat flow* simulasi 705.8 Watt dan *heat flow* teoritis 719.9 Watt.

#### **b) Saran**

Untuk menyempurnakan penelitian ini, ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, antara lain:

- Penelitian kedepannya bisa memakai perangkat lunak atau aplikasi yang berbeda, sehingga memiliki metode yang berbeda.
- Untuk mengaplikasikan hasil analisis simulasi pada unit yang sebenarnya berdasarkan desain yang telah dikembangkan, penulis menyarankan untuk lebih berhati-hati dalam memasukkan data.
- Penelitian selanjutnya dapat mengganti jenis material dan beban yang berbeda

#### **UCAPAN TERIMAKASIH**

Terimakasih saya ucapkan kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Pamulang kampus Serang, 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**

- Ambarita, J. R., Nasution, A. H., & Setyawan, E. Y. (2018). Analisa Perpindahan Panas Tangki Air Berkapasitas 80 Liter Pada Pemanas Air Tenaga Surya Sistem Hybrid. *Jurnal Flywheel*, 9(2), 7–11.
- Hendriyani, I., Rahmat, & Devi, S. (2017). *Kajian Pembuatan Batako Dengan Penambahan Limbah Kertas Hvs*.
- Huzein, R., & Hasballah, T. (2020). *Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Jenis Pet*

(*Polyethylene Terephthalate*) Kapasitas 50kg/Jam. 1, 88–95.

Indrawan, F. M. (2021). *Pembuatan Mata Pisau Pada Mesin Pencacah Plastik Menggunakan Baja Aisi 1020 Politeknik Harapan Bersama Tahun 2021*.

Ismail, S., Eddy, D., & Maulana, E. (2020). Perancangan Mesin Pencacah Plastik Kapasitas 75 Kg / Jam. *Seminar Nasional Penelitian Lppm Umj*, 1–6.

Kurniawan, H., Margianto, & Robbi, N. (2018). Analisis Gearbox Pada Modifikasi Mesin Pencacah Kertas Dengan Pisau Zig-Zag Dan Pisau Lurus. *Fakultas Mesin, Jurusan Teknik*, 5.

Lubis, F., Pane, R., Lubis, S., Siregar, M. A., & Kusuma, B. S. (2021). Analisa Kekuatan Bearing Pada Prototype Belt Conveyor. *Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil)*, 2(2), 51–57. <https://doi.org/10.53695/Jm.V2i2.584>

Pattiapon, D. R., Rikumahu, J. J., & Jamlaay, M. (2019). Penggunaan Motor Sinkron Tiga Fasa Tipe Salient Pole Sebagai Generator Sinkron. *Jurnal Simetrik*, 9(2), 197. <https://doi.org/10.31959/Js.V9i2.386>

Pedraza - Yepes, C., Miguel Angel, P.-R., & Giovanny Jose, P.-M. (2018). Analysis By Means Of The Finite Element Method Of The Blades Of A Pet Shredder Machine With Variation Of Material And Geometry. *Contemporary Engineering Sciences*, 11(83), 4113–4120. <https://doi.org/10.12988/Ces.2018.88370>

Priono, H., Ilyas, M. Y., Nugroho, A. R., Setyawan, D., Maulidiyah, L., & Anugrah, R. A. (2019). Desain Pencacah Serabut Kelapa Dengan Penggerak Motor Listrik. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, 3(1), 23. <https://doi.org/10.30588/Jeemm.V3i1.494>

Raut, A. B., Wagh, V. D., & Pawar, B. G. (2018). Design And Fabrication Of Paper Shredder Machine. *Paper Knowledge . Toward A Media History Of Documents*, 6(April).

Siddiqui, F., Patil, H., Raut, S., Wadake, O., & Tandel, S. (2017). *Design And Fabrication Of Paper Shredder Machine*.

Susastro, S., Muhammad, A. F. H., Lostari, A., & Fakhrudi, Y. A. (2021). Optimasi Desain Paddock Stand Sebagai Sistem Statis Dengan Menggunakan Finite Element Method. *Jrst (Jurnal Riset Sains Dan Teknologi)*, 5(1), 9. <https://doi.org/10.30595/Jrst.V5i1.6023>

Tung, T., Ngoc, L., Quynh, N., & Minh, T. (2021). Design And Analysis Of A Paper Shredder Machine. *Acta Tecnología*, 7(3), 93–97.

<https://doi.org/10.22306/atec.v7i3.117>

Yaqin, R. I., Umar, M. L., Pranoto, S. H., Prasetyo, A. B., & Priyambodo, B. H. (2021). Studi Perancangan Pisau Pada Mesin Pencacah Plastik Menggunakan Finite Element Analysis. *Jtt (Jurnal Teknologi Terapan)*, 7(1), 44.  
<https://doi.org/10.31884/jtt.v7i1.320>

Zulyan, M. (2019). *Rancang Bangun Dan Uji Karakteristik Perpindahan Kalor Pada Alat Penukar Kalor Pipa Konsentrik Sederhana Skala Laboratorium*.  
<http://repository.unmuhpnk.ac.id/id/eprint/957>