

**PERENCANAAN RANGKA MESIN PENCACAH PLASTIK MENGGUNAKAN
ELEMEN HINGGA TERHADAP STRESSES DAN STRAIN**

***PLASTIC CRUSHING MACHINE FRAME PLANNING USING FINITE
ELEMENTS ON STRESSES AND STRAIN***

**¹Dimas Randy Wahyu Setyawan, ²Adin, ³Lukni Arif Budiono, ⁴Andre Juliansyah,
⁵Heical Firmansyah**

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

Jl. Witana Harja No.18b, Pamulang Bar., Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15417

email : Dimasrandy16@gmail.com

Abstrak

Rangka adalah komponen yang paling penting untuk mendukung bagian lain. Ada beberapa langkah dalam desain komponen yang harus dipertimbangkan sebelum mendesain. Penelitian ini menggunakan *computer-aided engineering* (CAE) sebagai metodenya. Plastik. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki tegangan, regangan, dan deformasi yang dihasilkan dengan menggunakan perangkat lunak CAE untuk mensimulasikan dua opsi pembebanan yang berbeda. Nilai tegangan maksimum adalah 2,455 N/mm, nilai minimum adalah 90 N/mm, dan nilai regangan maksimum adalah 8,294 x 10% dan nilai minimum masing-masing adalah 5,299 x 10%, ketika tegangan dan regangan diukur pada struktur rangka mesin pencacah plastik dengan beban 50 N. Nilai tegangan minimum adalah 214 N/mm, sedangkan nilai tegangan maksimum adalah 4,961 N/mm pada beban 100 N. Nilai regangan pada titik terendahnya adalah 6,259 x 10%, sedangkan nilai tertingginya adalah 1,565 x 10%. sehingga tidak melebihi kekuatan luluh 235 N/mm. Pengaruh beban pada kekuatan rangka pencacah plastik saat dikenai beban masing-masing 50 N dan 100 N.

Kata kunci : desain, simulasi rangka mesin, simulasi pembebanan pada rangka.

Abstract

The frame is the most essential component for supporting other parts. There are a few steps in component design that must be taken into consideration before designing a frame. This study employs computer-aided engineering (CAE) as its method. Plastic. This study aims to investigate the stresses, strains, and deformations produced by using CAE software to simulate two distinct loading options. The maximum stress value is 2.455 N/mm, the minimum value is 90 N/mm, and the maximum strain value is 8.294 x 10% and the minimum value is 5.299 x 10%, respectively, when the stress and strain are measured on a plastic chopping machine frame structure with a load of 50 N. The minimum stress value is 214 N/mm, while the maximum stress value is 4.961 N/mm at 100 N loading. The strain value at its lowest point is 6.259 x 10%, while its highest value is 1.565 x 10%. so that neither exceeds the 235 N/mm yield strength. Effect of load on the plastic chopper's frame strength when subjected to 50 N and 100 N loads, respectively.

Keywords : design, frame machine simulation, frame chopping from simulation

I. PENDAHULUAN

Sampah adalah salah satu permasalahan yang terjadi diperkotaan dalam mengelola kota yang bersih dan sehat. Sampah plastik merupakan salah satu sampah yang tidak bisa di daur ulang dan dapat menciptakan pencemaran lingkungan apabila tidak di tangani dengan benar. Plastik banyak digunakan dalam rumah tangga yang mana bersifat sekali pakai, sehingga semakin banyak penggunaan bahan plastik maka akan menimbulkan sisa sampah yang menumpuk. Sifat plastik yang tidak mudah terurai tanah akan dapat menyebabkan kerusakan dan pencemaran lingkungan. Saat ini pengolahan sampah yang

dilakukan pemerintah setempat atau kota adalah dengan penimbunan sampah yang dikumpulkan dalam tempat tertentu dengan cara penimbunan dan pengurugan (landfill) yang mudah dan murah. Sampah plastik merupakan masalah global yang mempengaruhi lingkungan hidup yang berdampak pada masyarakat Indonesia dan lainnya. Produk yang terbuat dari plastik, yang buruk bagi lingkungan, berdampak serius terhadap lingkungan. Sampah plastik merupakan jenis sampah yang sangat sulit terurai di dalam tanah. Butuh puluhan tahun agar sampah plastik bisa terurai (Kholidin 2019)

Salah satu upaya adalah dengan Kampanye 3R—reduce, reuse, dan recycle merupakan salah satu pendekatan untuk mengurangi sampah plastik. Namun demikian, hasil yang diperoleh kurang efektif akibat jumlah sampah plastik yang terus meningkat. Penggunaan mesin pencacah plastik untuk mempermudah pengolahan sampah plastik. Dalam hal ini, sampah plastik yang perlu dipotong berupa serpihan atau butiran. (RH Arief and Y Yanuar 2020). Demikian pula, mesin-mesin canggih digunakan dalam proses produksi untuk meningkatkan *efektivitas* dan *efisiensi* produksi. Motor listrik berperan sebagai penggerak utama mesin pada mesin pencacah sampah plastik ini. Sampah plastik berfungsi sebagai bahan masukan, dan potongan plastik berfungsi sebagai keluaran mesin. Setiap komponen yang sudah ada menjalani desain sebelum dirakit (Yantony, Tosaling, and Taslim 2019). Untuk mesin penghancur plastik yang biasanya diukur : Panjang, Lebar, dan Tinggi atau 90 x 60 x 130 cm, dengan kapasitas 30 kg/jam. Enam percobaan berikutnya adalah 25.786 kg/jam (Desi and Ekajati 2018). Kekuatan, kekerasan, dan kelenturan baja terutama dipengaruhi oleh kandungan karbonnya. Baja memiliki kekerasan yang lebih tinggi karena kandungan karbonnya yang tinggi, tetapi rapuh dan sulit dibentuk (Diinil Mustaqiem 2020). Komponen yang paling krusial untuk menopang bagian lainnya adalah rangka. Sebelum mendesain rangka, ada beberapa langkah dalam desain komponen yang harus diperhatikan. Tahapan ini meliputi pemilihan material yang mempengaruhi kekuatan rangka, memahami kekuatan material, dan memperhatikan desain rangka yang akan digunakan (Kosim 2021).

Tujuan dari analisis ini adalah untuk memastikan ketahanan rangka terhadap beban yang diberikan. Kekuatan rangka yang digunakan dengan software solidwork sangat dipengaruhi oleh analisis desain dan kekuatan rangka pada tipe rangka pencacah plastik (Sungkono, Irawan, and Patriawan 2019). Untuk memperoleh data analisis kekuatan rangka dalam kaitannya dengan beban dan untuk berkontribusi pada pengembangan teknologi untuk pengelolaan limbah plastik.

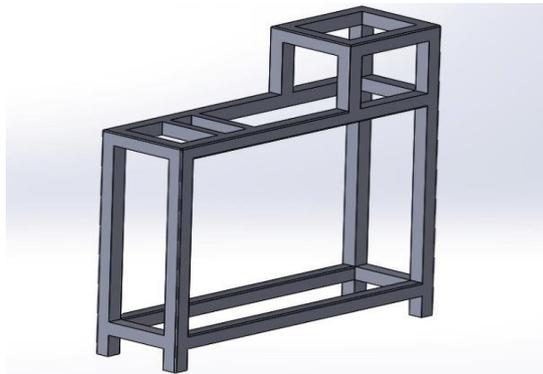
II. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian yang akan dilakukan untuk mendapatkan studi kelayakan sistem dari rangka mesin pencacah plastik menggunakan simulasi solidwork CAE sebagai berikut :

1. Penelitian dimulai dengan mendiskusikan alat inovasi yang bermanfaat untuk digunakan pada masyarakat dan memiliki harga jual yang relative murah. Didapatkan lah alat pencacah plastik dan setelah mendiskusikan alat langkah selanjutnya mendiskusikan judul dan pembagian perancangan rangka mesin pencacah plastik.
2. Setelah dilakukan mendiskusian penelitian dilakukalah pencarian jurnal dan penyusunan penulisan studi literatur.
3. Langkah selanjutnya persiapan alat dan bahan untuk perancangan rangka mesin pencacah plastik, pemilihan bahan yaitu menggunakan baja ASTM A36 untuk rangka mesin pencacah plastik dan dilakukan di lab inovasi universitas pamulang
4. Langkah selanjutnya berfokus pada proses desain rangka mesin pencacah plastik mengunakan simulasi solidwork dan pengujian untuk menentukan kekuatan material rangka mesin pencacah plastik menggunakan solidwork yaitu pengujian strees, strain dan displascemen.
5. Setelah dilakukan pembebanan tegangan dan regangan pada rangka mesin pencacah plastik didapatkan von misses stress, strain dan displascemen pada simulasi solidworks.
6. Dan pengumpulan hasil data pengujian pembebanan pada rangka mesin pencacah plastik dengan menggunakan simulasi solidwork.
7. Langkah selanjutnya yaitu analisa hasil dan data pembebanan von messes strees, strain dan displascemen yang didapatkan melalui pengujian menggunakan simulasi solidwork. Setelah melakukan analisa langkah selanjutnya kesimpulan dan saran

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode penelitian, yang memungkinkan pelaksanaan dan perancangan hasil penelitian untuk menentukan rencana yang baik dan optimal. Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah menggunakan CAE (*computer aided enginnering*) Perancangan dan simulasi rangka mesin pencacah plastik merupakan tujuan dari penelitian ini. Tahapan penelitian ini bertujuan untuk mengkaji tegangan, regangan, dan deformasi yang diakibatkan oleh dua pilihan pembebanan yang berbeda, yang akan disimulasikan menggunakan software CAE. Pemodelan rancangan 3D ini menggunakan software CAE dengan membuat desain 3D

rangka mesin pencacah plastik. Dapat dilihat pada gambar 1. desain 3D rangka mesin pencacah plastik sebagai berikut :



Gambar 1. desain 3D rangka mesin pencacah plastik

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Desain Rangka Mesin Pencacah Plastik

Memanfaatkan referensi yang dikumpulkan dari pengumpulan data untuk membuat gambar desain. Desain gambar didasarkan pada sketsa yang digambar tangan dari rangka mesin pencacah plastik. Perangkat lunak *SolidWorks* digunakan untuk mendesain gambar, dan rangka mesin pencacah plastik terbuat dari bahan ASTM A36 untuk memastikan dapat menopang beban mesin. Hasil desain rangka mesin pencacah plastik dapat ditunjukkan pada gambar 2. sebagai berikut :



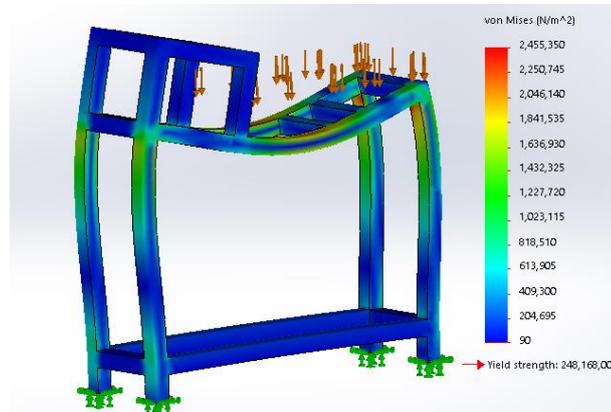
Gambar 2. desain rangka mesin pencacah plastik

3.2 Hasil Analisa Rangka Mesin Pencacah Plastik Pembebanan 50 N

1. Pengujian *Von Misses Stress* Pembebanan 50 N

Berikut ini merupakan hasil pengujian *von misses stress* yang berkaitan dengan pengujian pembebanan pada rangka mesin pencacah plastik yang dimana nilai maksimal

ditunjukkan pada warna merah dan hasil minimal ditunjukkan pada warna biru pengujian tersebut menggunakan pemodelan *von misses stress*. Hasil pengujian *von misses stress* dapat di tunjukan pada gambar 3. sebagai berikut:



Gambar 3. analisa pengujian *stress* pembebanan 50 N

Hasil *von misses stress* maksimal dapat ditunjukkan pada warna merah sebesar 2.455 N/mm² dan hasil *von misses stress* nilai minimal dapat ditunjukkan pada warna biru sebesar 90 N/mm². Dimana rangka mesin pencacah plastik dengan beban terpusat yang diberikan pada rangka bagian atas. Maka berdasarkan tegangan uluh yang diberikan pada matrial baja konstruksi jenis ASTM A36 nilai *Yield stress* sebesar 235 N/mm². Dimana *tensile stress* 500 N/mm² dari matrial ASTM A36 Dengan *von misses* 2.455 N/mm² dapat dipastikan desain rangka mesin pencacah plastik mengikuti dengan bentuk gambar aslinya dan diberi pembebanan 50 N masih aman, dengan nilai dibawah *yield strength* matrial ASTM A36.

Tabel 1. Data nilai bahan ASTM A36 pada pembebanan 50 N

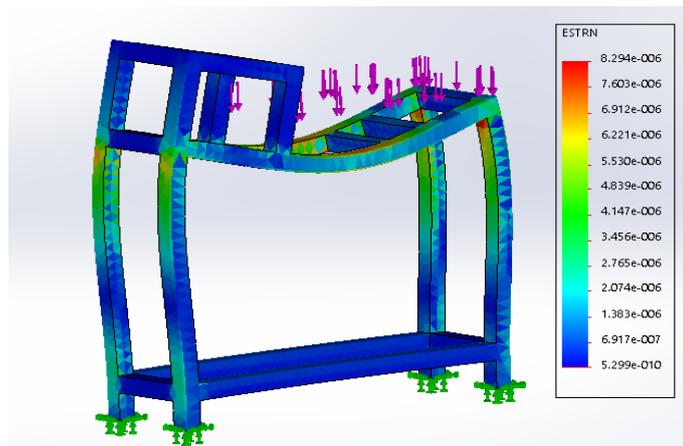
Material	Yield stress σ_s /MPa	Tensile stress σ_b /MPa	Hardness /HB	Elongation δ /%
ASTM A36	235	375-500	120	23
ASTM 1020	325	535	150	35

Pada material rangka mesin pencacah plastik yaitu baja ASTM A36 memiliki spesifikasi sesuai dengan gambar di atas. Material baja ASTM A36 memiliki nilai *yield stress* pada angka 235 Mpa(235 N/mm²) dan memiliki *tensile stress* diantara 375-500 Mpa. Pada rangka mesin pencacah plastik material ASTM A36 mendapatkan nilai *stress*

dari pengujian sebesar 50 N, yang terjadi pada rangka tersebut mengalami kelendutan atau melengkung pada bagian tengah yang tidak terdapat penyangga.

3.3 Pengujian *Strain* Beban 50 N

Berikut ini merupakan hasil pengujian *strain* yang berkaitan dengan pengujian pembebanan pada rangka mesin pencacah plastik yang dimana nilai maksimal ditunjukkan pada warna merah dan hasil minimal ditunjukkan pada warna biru pengujian tersebut menggunakan pemodelan *strain*. Hasil pembebanan dapat ditunjukkan pada gambar 4. sebagai berikut:

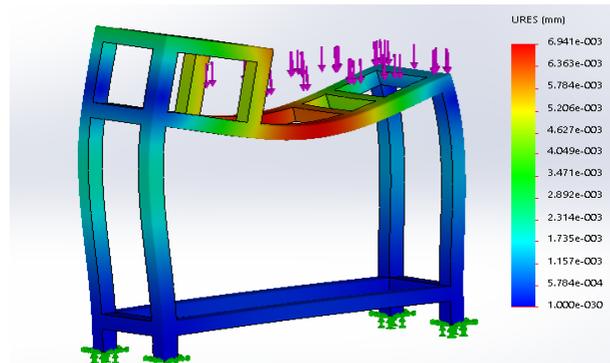


Gambar 4. analisa pengujian *strain* pembebanan 50 N

Hasil analisa simulasi pengujian rangka mesin pencacah plastik pada gambar 4. nilai *strain* dengan warna merah adalah 8.294×10^{-6} dengan bentuk geometri kubus dimana rangka mesin pencacah plastik diberi beban 50 N. hasil analisa tersebut menunjukkan hasil rangka mesin pencacah plastik tersebut dengan tekanan yang dihasilkan dengan beban 50 N dengan perbandingan dari material ASTM A36 hasil *tensile stress* 500 N/mm^2 maka rangka mesin pencacah plastik masih aman.

3.4 Pengujian *Displascemen* Beban 50 N

Berikut ini pengujian yang berkaitan dengan rangka mesin pencacah plastik yang dimana pengujian tersebut dilakukan dengan pemodelan *displascement* dengan pembebanan 50 N, nilai desplascemen yang terjadi dapat dilihat dengan perubahan warna yang terjadi pada desain. Untuk warna merah menunjukkan perubahan jarak terjauh dari titik awal. Dapat ditunjukkan pada gambar 5. berikut merupakan penunjukan analisa *dipplascement* pembebanan yang dimana sebagai berikut :

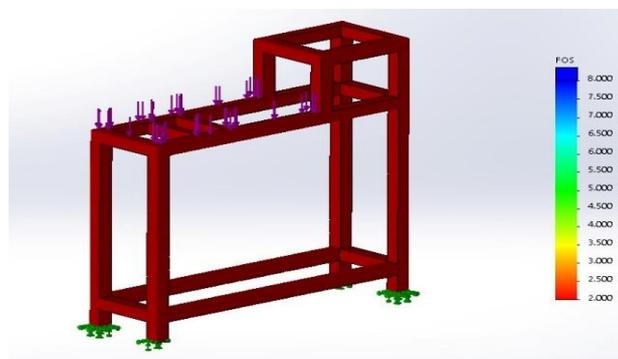


Gambar 5. analisa pengujian *displacemen* pembebanan 50 N

Hasil analisa simulasi *displacemen* rangka mesin pencacah plastik pada gambar 5. adalah perubahan bentuk pada benda yang diberikan gaya. Di titik tengah rangka mesin pencacah plastik, dalam hal ini bagian yang melengkung dari rangka mesin pencacah plastik dengan perubahan warna merah adalah 6.941×10^{-3} mm dan bagian yang paling lurus dengan warna biru adalah 1.000×10^{-30} mm. Dimana rangka mesin pencacah plastik yang diberi beban 50 N hasil data analisa menunjukkan bahwa tegangan rangka mesin pencacah plastik dengan pembebanan 50 N dengan marial *tensile strength* dari baja ASTM A36 dengan nilai 500 N/mm^2 . Ini terjadi karena perpindahan sering terjadi dilingkungan elastis yang menghasilkan rangka patah.

3.5 Pengujian safety factory beban 50 N

Safety factor merupakan satu-satunya Patokan utama yang dapat digunakan dalam menentukan kualitas suatu produk jika nilai SF minimal kurang dari 1, maka kualitas suatu produk jelek, tidak aman, dan membahayan jika digunakan, sebaliknya jika nilai SF lebih dari 1 (biasanya 1-3) maka produk kualitas baik, aman dan layak digunakan. Output *safty factor* dari hasil rangka mesin pencacah plastik dapat ditunjukkan pada gambar 6. Berikut menunjukkan hasil dari *safety factor* pembebanan 50 N yang dimana sebagai berikut :



Gambar 6. analisa pengujian *safety factor* pembebanan 50 N

Pada rangka mesin pencacah plastik ini, nilai SF terkecil adalah 2.000 maka rangka mesin pencacah plastik dinyatakan aman diberi beban 50 N. nilai SF terkecil ada pada area merah, yaitu pada rangka penopang bagian tengah yang ditunjukkan dengan titik node. Sedangkan nilai terbesar ditunjukkan dengan warna biru adalah 8.000. Dari hasil analisa dengan rangka material ASTM A36 yang memiliki nilai *yeald strength* sebesar 235 N/mm²

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Pada perancangan rangka mesin pencacah plastik dengan menggunakan software solidwork terhadap *strees* dan *strain* ini ada beberapa tahapan pengerjaan yang dikerjakan. Mulai dari mendesain rangka dengan ukuran panjang 100 cm, lebar 30 cm tinggi 130 cm menggunakan software solidwork sampai dengan pengujian pembebanan terhadap rangka itu sendiri. Menganalisa *stress* dan *strain* pada struktur rangka mesin pencacah plastik dengan pembebanan 50 N mendapatkan nilai *stress* maksimal 2.455 N/mm dan nilai minimal 90 N/mm dan *strain* nilai maksimal 8.294 x 10 % dan nilai minimal 5.299 x 10 %. Pada pembebanan 100 N niali *stress* maksimal 4.961 N/mm dan nilai minimal 214 N/mm sedangkan nilai *strain* maksimal yaitu 1.565 x 10 % dan nilai minimal 6.259 x 10 %. Sehingga nilai dari kedua tersebut masih dibawah nilai *yield strength* 235 N/mm.

B. Saran

Dalam penelitian selanjutnya perlu adanya penelitian mengenai batas usia pakai pada material tersebut dan Pada pengembangan selanjutnya, penulis menyarankan agar rangka mesin pencacah plastik dapat memiliki kapasitas yang lebih besar untuk dapat mencacah berbagai bentuk dan jenis plastik.

TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Prodi teknik mesin universitas Pamulang yang di mana telah memberikan apresiasi yang diberikan oleh penulis kepada pihak-pihak yang telah berperan dalam penelitian, baik dalam bentuk support dana, perizinan, konsultan, maupun membantu dalam pengambilan data serta rekan – rekan mahasiswa teknik mesin.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfath, Syukri Ainun, and Akhmad Hafizh Ainur Rasyid. 2018. "Analisis Pembebanan Statik Dan Dinamik Pada Pengembangan Axle Main Landing Gear Pesawat Boeing 737-800 Menggunakan Pendekatan Finite Element." *Jurnal Teknik Mesin* 6(1): 1.
- Arief, Putranto. 2019. *Redesain Dan Analisis Finite Element Method Rangka Monocoque Bagian Atas (Top Frame) Pada Bus Listrik Pt Mab Berbasis Software Inventor*.
- Desi, Nuha, and Alfian Ekajati. 2018. "Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Tipe Gunting." 2(2): 185–90.
- Diinil Mustaqiem, Aqshal. 2020. "Analisis Perbandingan Faktor Keamanan Rangka Scooter Menggunakan Perangkat Lunak Solidwork 2015." *Jurnal Teknik Mesin* 9(3): 164.
- Fajri, Saian Nur, and Muhammad Khumaedi. 2016. "Penerapan Modul Pembelajaran Solidworks Untuk Meningkatkan Kompetensi Membuat Model 3D (Application Module To Improve the Learning Competence of Solidworks 3D Models Make)." *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin* 16(1): 43.
- Indriani, A, A Mardian, N Kholik, and Y Suhartini. 2021. "METAL: Jurnal Sistem Mekanik Dan Termal Analisis Tegangan Pada Struktur Mesin Pencacah Plastik Menggunakan Metode Elemen Hingga (MEH) Dan Uji Kerja Mesin Pencacah Plastik." 5(1): 9–16.
- Kholidin, vinaldy arisandi. 2019. "Perancangan Mesin Pencacah Limbah Plastik Kapasitas 34kg/jam Skripsi."
- Kosim, MUHAMMAD. 2021. "Desain Kontruksi Mesin Pencacah Kertas Dengan Pisau Memotong Zig-Zag Dan Tegak Lurus." : 6.
- Puspitasari, Nandita Anggraeni, and Pramuda Nugraha. 2021. "Seminar Nasional-XX Simulasi Stress Analysis Pembebanan Statis Dengan Bantuan Software SolidWorks Pada Hasil Perancangan Ladder Frame Chassis Mobil Listrik Menggunakan Material AISI 4340." (November): 25–33.
- Segara, Frendi. 2019. "Desain Mesin Pencacah Limbah Botol Plastik Dan Softdrink Kapasitas 10Kg/Jam."
- Silitonga, Yoel Frenky, Rizal Hanifi, Teknik Mesin, Fakultas Teknik, and Universitas Singaperbangsa Karawang. 2020. "Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Jenis Pet Skala." 3(2): 7–13.
- SolidWorks. 2015. "Introducing Solidworks Contents." *Dassault Systèmes SolidWorks*: 128.
- Sungkono, Imam, Hery Irawan, and Desmas Arifianto Patriawan. 2019. "Analisis Desain Rangka Dan Penggerak Alat Pembulat Adonan Kosmetik Sistem Putaran Eksentrik Menggunakan Solidwork." *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VII 2019*: 575–80.
- Yantony, Didit, Harman L. Tosaleng, and Kartiny Taslim. 2019. "Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Tipe Sumbu Menyudut Untuk Usaha Mikro." *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)* 4(1): 47.