

RANCANG BANGUN MESIN CRUSHER SKALA LABORATORIUM UNTUK MENGHANCURKAN LIMBAH TELEPON GEGGAM

Miftakul Huda¹, Karto Sudirjo², Yanatra Budi Pramana³, Manik Ayu Titisari⁴, Aulia Nur Febrianti⁵
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya
Jl. Dukuh Menanggal XII, Surabaya, Indonesia
e-mail : p_yanatra@unipasby.ac.id

ABSTRAK

Pesatnya perkembangan teknologi perangkat elektronik yang berdampak pada meningkatnya produksi alat-alat elektronik yang berbanding lurus dengan meningkatnya produk elektronik yang rusak dan menjadi limbah. Hal ini berbanding terbalik dengan pertumbuhan mesin penghancur limbah elektronik tersebut sebagai bagian dari proses daur ulang limbah. Telepon genggam merupakan salah satu barang elektronik yang limbahnya perlu dihancurkan dan di daur ulang. Rumusan masalah ini yaitu bagaimana merancang bangun mesin *crusher* yang dapat digunakan untuk memperkecil ukuran limbah elektronik khususnya limbah telepon genggam dan menentukan kapasitas mesin *crusher*. Tujuan penelitian ini adalah merancang bangun mesin *crusher* skala laboratorium untuk menghancurkan limbah telepon genggam dan mengetahui kapasitasnya. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan melakukan perencanaan mesin secara langsung di bengkel kemudian dilanjutkan dengan dengan peralihan variabel yang digunakan P1-P3. Mesin *crusher* ini memiliki komponen utama berupa pisau pencacah yang berfungsi untuk menghancurkan dan mencacah limbah elektronik tersebut, motor yang digunakan adalah motor Listrik sebagai penggerak dari poros pisau pencacah tersebut. Hasil proyek ini adalah dari perhitungan diperoleh dari poros pisau 28 mm dengan motor penggerak 3 HP dan putaran mesin 1420 rpm dengan kapasitas kerja mesin yang cukup tinggi yaitu 42,8 kg/jam.

Kata Kunci : Mesin *Crusher*, Limbah, Telepon Genggam

ABSTRACT

The rapid development of electronic device technology has had an impact on increasing production of electronic devices which is directly proportional to the increase in electronic products that are damaged and become waste. This is inversely proportional to the growth of electronic waste crushing machines as part of the waste recycling process. Cell phones are an electronic item whose waste needs to be destroyed and recycled. The formulation of this problem is how to design a crusher machine that can be used to reduce the size of electronic waste, especially cell phone waste, and determine the capacity of the crusher machine. The aim of this research is to design a laboratory scale crusher machine to crush mobile phone waste and determine its capacity. This research uses an experimental method by carrying out machine planning directly in the workshop and then continuing with switching variables used P1-P3. This crusher machine has a main component in the form of a chopper knife which functions to crush and chop electronic waste. The motor used is an electric motor as the driver of the chopper knife shaft. The results of this project are from calculations obtained from a 28 mm knife shaft with a 3 HP motor drive and an engine speed of 1420 rpm with a fairly high engine working capacity of 42.8 kg/hour.

Keywords : Machine *Crusher*, Waste, Mobile Phone

Jejak Artikel

Upload artikel : 12 Maret 2023

Revisi : 2 April 2024

Publish : 25 Mei 2024

1. PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan teknologi perangkat elektronik pada era saat ini beriringan dengan berkembangnya ilmu pengetahuan, Masyarakat sering berganti-ganti perangkat elektronik, peralatan elektronik yang semakin cepat tergantikan akan menjadi limbah elektronik (Nindyapuspa., 2018). Limbah

elektronik termasuk sebagai salah satu jenis yang pertumbuhannya sangat cepat dari segi kuantitas ataupun Tingkat bahaya (Kumaladewi., 2020). Meningkatnya produksi. Meningkatnya jumlah limbah elektronik secara global mencapai 20-30 ton pertahun, yang setara 1-3% dari sampah di dunia.

Meningkatnya limbah elektronik

mencapai 53,6 juta ton dengan rata-rata perkapita menimbulkan 7,3 kg limbah elektronik dan diprediksi pada tahun 2030 mencapai 74,7 juta ton dengan timbulan limbah elektronik meningkat sampai 9,2 juta ton sejak tahun 2014 (Vanesa., 2020).

Jumlah limbah elektronik yang terus meningkat terutama di dorong oleh Tingkat konsumsi EEE (Electrical and Electronic Equipment) yang lebih tinggi, siklus hidup yang pendek, dan beberapa opsi perbaikan. Asia menghasilkan yang tertinggi jumlah limbah elektronik pada tahun 2019 yaitu sebesar 24,9 juta ton, diikuti oleh Amerika sebanyak 13,1 juta ton dan Eropa sebanyak 12 juta ton, sedangkan Afrika dan Oceania menghasilkan masing-masing 2,9 juta ton dan 0,7 juta ton.

Dengan meningkatkannya limbah elektronik dan berbanding terbalik dengan pertumbuhan mesin penghancur limbah elektronik tersebut sebagai bagian dari proses daur ulang limbah.

Telepon Genggam merupakan salah satu barang elektronik yang sudah dikenal oleh berbagai kalangan. Mulai dari anak-anak hingga lansia, hal ini membuka peluang bagi pencinta telepon genggam utamanya produsen telepon genggam dengan berbagai macam merk sehingga bisa mendapatkan hasil yang tak terhingga. Peningkatan pengguna telepon genggam berbanding lurus dengan meningkatkannya telepon genggam bekas atau rusak menjadi limbah dapat menimbulkan masalah yaitu limbah.

Sebagaimana diketahui, di samping plastik, di dalam sejumlah komponen telepon genggam itu terkandung berbagai logam berat seperti aluminium, antimon, besi, cadmium, kobalt, kromium, lithium, merkuri, nikel, perak, seng, tembaga, serta timah (Wulandari., 2020).

Sebagian logam berat tersebut, seperti antimon, kadmiun, kromium, merkuri maupun timah, dapat meracuni tubuh sehingga membawa dampak Kesehatan serius seperti organ ginjal, system pembuluh darah maupun sistem syaraf pusat. Metode pengolahan limbah elektronik dengan pembakaran (*combution*) kurang sesuai bila diterapkan sebab sampah yang mengandung logam berat ini dibakar akan menimbulkan polusi udara yang sangat berbahaya (Sadah., 2015).

Sementara itu, manakala sampah telepon genggam ini ditimbun, maka zat-zat beracun yang ada akan mencemari tanah dan air yang

pada gilirannya akan bisa pula menimbulkan risiko Kesehatan bagi manusia.

Baterai merupakan salah satu komponen pada telepon genggam yang berbahaya dan beracun, penanganan limbahnya harus dilakukan dengan benar-benar cermat serta tepat. Pengelolaan sampah baterai tidak boleh asal-asalan atau sekedar diperlakukan sama seperti halnya pengelolaan sampah organik. Penangannya yang tidak cermat dan tidak tepat bukan saja akan membawa dampak Kesehatan, tetapi juga bisa mengkontaminasi pencemaran lingkungan permanen akibat zat-zat beracun yang lantasi sulit terurai (Khambali., 2017).

Limbah elektronik atau (e-waste) dikategorikan sebagai limbah Bahan Beracun dan Berbahaya (B3) karena mengandung substansi yang berbahaya seperti timbal, merkuri, cadmium dan substansi berbahaya lainnya (Setyanto., 2017). Komponen-komponen tersebut merupakan bahan toksik yang diketahui sangat *persistent* dan dapat terakumulasi. Sehingga bila limbah elektronik tidak dikelola dengan baik, maka bahan-bahan kimia tersebut dapat terlepas dan mencemari lingkungan.

Mesipun e-waste merupakan sampah yang sulit untuk di daur ulang maka oleh Perusahaan pengelola sampah dengan teknologi dan Tingkat keamanan yang sesuai sampah elektronik atau e-waste akan dipisahkan antara komponen yang masih berguna seperti metal, plastic, kaca dengan komponen yang mengandung racun. Racun tidak dapat di daur ulang dan jika dibiarkan racun akan mencemari lingkungan. Solusinya, racun akan dicampur dan menjadi bahan untuk pembuatan semen. Karena semen itu bersifat padat dan mengikat, racun tersebut tidak bisa menyebar. Sebagian limbah juga bisa dijadikan alternatif untuk bahan bakar menggantikan batu bara.

Dalam proses daur ulang membutuhkan sebuah alat bantu yang digunakan untuk sampah atau limbah menjadi potongan-potongan kecil, sebelum dilakukannya proses daur ulang. Maka dibuatlah alat bantu untuk mencacah limbah agar memudahkan dalam proses pendaur ulang limbah elektronik yaitu mesin *crusher*. Mesin penghancur atau *crusher* adalah mesin yang dirancang untuk mereduksi benda dengan ukuran besar menjadi ukuran lebih kecil atau mengubah bentuk, bahan limbah sehingga dapat lebih mudah dibuang atau didaur ulang atau memperkecil ukuran campuran padat bahan

baku (seperti pada bijih batuan), sehingga potongan komposisi yang berbeda dapat dibedakan.

Tujuan utama pembuatan rancang bangun mesin crusher untuk menghancurkan limbah telepon genggam yaitu mengetahui rancang bangun alat *crusher* skala laboratorium limbah telepon genggam, mengetahui kapasitas alat *crusher*.

2. METODELOGI PENELITIAN

Metode penelitian rancang bangun mesin *crusher* adalah metode eksperimental dengan melakukan perencanaan secara langsung di bengkel kemudian dilanjutkan dengan peralihan variabel yang digunakan P1-P3. Langkah pertama mencari literatur materi baik jurnal, Skripsi, Maupun sumber-sumber lainnya, Desain gambar mesin crusher limbah telepon genggam sebagai gambaran utama untuk pembuatan alat, Persiapan bahan dan peralatan, sebelum melakukan pembuatan alat maka hal terpenting mempersiapkan bahan dan peralatan yang diperlukan dalam pembuatan mesin *crusher*, Pembuatan dan perakitan mesin crusher limbah telepon genggam, Uji performasi mesin yang sudah jadi kemudian diuji performasi yang terdiri dari 4 perlakuan dengan menggunakan variasi bahan, Pembahasan data pengujian data pembahasan data pengujian dibuatkan tabel dihitung berdasarkan rumus yang sudah ditentukan untuk mengetahui efisiensi kerja alat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Mesin Crusher skala Lab Limbah Telepon genggam sebagai berikut :

1. Hasil Pembuatan Mesin Pencacah

Proses pembuatan mesin pencacah ini dibuat sebagai wadah atau tempat dari komponen-komponen yang terdiri dari poros atau as, Pisau pencacah atau pisau *crusher*, *bearing* atau bantalan, Ukuran plat untuk dinding kanan dan kiri : Panjang 174 mm, Tinggi 120 mm, Tebal 12 mm, Ukuran plat untuk dinding depan dan belakang : Panjang 200 mm, Tinggi 120 mm, Tebal 12 mm, Adapun hasil pembuatan rumah pencacah seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 1 Rumah pencacah mesin *Crusher* Skala Lab Limbah Telepon Genggam.

2. Hasil Pembuatan Mata Pisau *Crusher*

Langkah berikutnya yaitu pembuatan mata pisau *crusher* dimana mata pisau ini digunakan sebagai pencacah atau *crusher* limbah telepon genggam Plat baja dengan jenis JIS G 4404 grade SKD 11, Diameter \varnothing 78 mm, Tebal 10 mm, Jumlah mata pisau (Z) 16, Seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 2 Pisau Pencacah Mesin *Crusher* Skala Lab Limbah Telepon Genggam.

3. Hasil Pembuatan *Spacer* Pisau Pencacah.

Langkah selanjutnya yaitu pembuatan *spacer* atau ring pembuat jarak antar pisau pencacah satu dengan pisau pencacah lainnya, Plat baja dengan jenis JIS G 4404 grade SKD 11, Diameter \varnothing 58,5 mm, Tebal 105 mm, Hasil pembuatan *spacer* pisau pencacah seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 3 *Spacer* Pisau Pencacah

4. Hasil Pembuatan Poros atau AS.

Langkah selanjutnya bagian komponen terpenting dalam rancang bangun mesin crusher skala laboratorium untuk menghancurkan limbah telepon genggam, Baja jenis S35C-D, Poros 1 diameter \varnothing 28 mm, Panjang 344 mm, Poros 2 Diameter \varnothing 28 mm, Panjang 314 mm, seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 4 Poros yang sudah terpasangi pisau pencacah.

5. Pasak

Pasak dibuat sebagai pengikat atau pengunci benda yang berputar. Pasak yang dibuat adalah pasak dengan bentuk empat persegi panjang. Seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 5 Pasak

6. Hasil Pembuatan Roda Gigi / *Gear wheel*

Selanjutnya yaitu sebagai transmisi daya besar dari poros satu ke poros dua yang masing-masing poros sudah dipasang pisau pencacah dan saling berputar. Baja jenis JIS G4051 grade S45C, diameter \varnothing 72 mm, Tebal 20 mm, Jumlah gigi (Z) 34.



Gambar 6 Roda gigi / *Gear Wheel*

7. Hasil Pembuatan Kerangka

Langkah selanjutnya pembuatan kerangka dimana kerangka ini merupakan pelengkap dari rancang bangun mesin *crusher* skala laboratorium untuk menghancurkan limbah telepon genggam.



Gambar 7 kerangka

8. Hasil pembuatan Hooper atau Corong Pemasukan

Pada pembuatan hooper atau corong pemasukan dimasukkan agar pada saat proses pencacahan serpihan limbah yang dicacah tidak berhamburan dan juga sebagai pengaman bagi pengguna mesin saat menjalankan.



Gambar 8 Hooper atau Corong pemasukan

9. Hasil Pembuatan Corong keluaran

Corong keluaran dibuat karena agar hasil cacahan dari proses cacah dapat diarahkan ke wadah atau tempat dengan baik dan tidak berhamburan.



Gambar 9 Corong Keluaran

10. Hasil Pembuatan Sisir Pembersih

Pembuatan sisir pembersih ini bertujuan sebagai pembersih pisau pencacah atau *crusher* pada saat mesin dijalankan dari sisa-sisa cacahan yang menempel pada pisau pencacah yang mengakibatkan putaran pisau macet.



Gambar 10 Sisir Pembersih Pisau Crusher

11. Pembuatan *Selector Switch*

Pembuatan ini digunakan sebagai suatu perintah pada objek mesin untuk menjalankan atau mengoperasikan mesin dengan cara memutar tombol *selector switch* maju, berhenti dan mundur.



Gambar 11 Tombol *Selector Switch*

12. Hasil Perakitan Mesin *Crusher* skala Lab Limbah Telepon Genggam

Tahapan akhir dalam hasil perakitan mesin *crusher* skala lab limbah telepon genggam adalah untuk menghancurkan limbah telepon genggam. Hasil akhir mesin *crusher* skala lab laboratorium adalah sebagai berikut :



Gambar 12 Mesin Crusher Skala Lab Limbah Telepon Genggam

Uji Performasi Mesin Crusher Skala Lab Limbah Telepon Genggam

Uji Performasi dilakukan terhadap spesimen limbah telepon genggam merupakan pengujian yang dilakukan sebagai tahapan dari uji kemampuan kemampuan kerja mesin.

1. Percobaan Spesimen Limbah Hp



Gambar 1 Percobaan Spesimen Limbah Telepon Genggam

2. Hasil Percobaan Spesimen Limbah Telepon Genggam

Ada proses pengujian kinerja mesin ini dilakukan tiga kali proses cacahan pada satu spesimen dengan tujuan mendapatkn hasil cacahan yang terbaik.

Pengujian kinerja mesin *crusher* proses ketiga cacahan limbah telepon genggam sebagai berikut :



Gambar 2 Limbah Telepon Genggam



Gambar 3 Hasil Cacahan Proses yang Pertama

Gambar 4 Hasil Cacahan Proses Yang kedua



Gambar 5 Hasil Cacahan Proses yang Keiga

Analisa Data Pengujian

a. Perhitungan diameter poros

Untuk merencanakan perhitungan dari sebuah poros yang diperlukan adalah momen punter dengan menggunakan persamaan berikut :

Tabel 1 Faktor-faktor Koreksi Daya

Daya yang akan ditransmisikan	Fc
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2 – 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 – 1,2
Daya normal	1,0 – 1,5

- Daya yang ditransmisikan P (kw), putaran poros (rpm) : $P = (kw)$, $n = (rpm)$
 - Proses perhitungan poros ditentukan menggunakan rumus sebagai berikut :
 $Pd = fc.P$ (watt)
 - Momen punter (torsi) adalah T (kg.mm)
 $T = 9,74 \times 10^5 \cdot \frac{Pd}{n}$
 - Tegangan geser yang diizinkan :
 $\tau_a = \frac{\sigma_B}{sf1 \cdot sf2}$
 - Pertimbangan untuk momen diameter poros
 $ds = \left(\frac{5,1}{\tau_a} \cdot Kt \cdot Cb \cdot T \right)$
- Jadi untuk perhitungan diameter poros ideal adalah
- Proses perhitungan poros dapat dihitung dari pencarian daya terlebih dahulu dengan menggunakan rumus :
 $1 \text{ Hp} = 0,746 \text{ kw}$
 $P = 3 \times 0,746 \text{ kw}$
 $= 2,238 \text{ kw}$

- Factor koreksi (fc) daya normal yang diperlukan 1.0-1,5 diambil $fc = 1,5$

$$Pd = fc.P(kw) \\ = 1,5 \times 2,238 \\ = 3,357 \text{ kw}$$

- Jika moment punter (Torsi) adalah T(kg.mm)

$$T = 9,7 \times 10^5 \cdot \frac{Pd}{n} \\ = 9,7 \times 10^5 \cdot \frac{3,357}{1420}$$

$$= 2302,6 \text{ kg.mm}$$

- Tegangan geser yang diizinkan :

Bahan poros dipilih baja karbon konstruksi mesin S45C, dengan kekuatan Tarik = 58 kg/mm^2

Maka tegangan geser adalah = $4,83 \text{ kg/mm}^2$ dapat dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$ds = \left[\frac{5,1}{\tau\alpha} \cdot Kt.Cb.T \right] \frac{1}{3}$$

$$= \left[\frac{5,1}{4,83} \cdot 3.32302,6 \right] \frac{1}{3}$$

$$= [21882] \frac{1}{3}$$

$$= 27,9 \text{ mm}$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka didapatkan diameter poros ideal adalah 27,9mm. Dengan Pembulatan 28mm

b. Randemen hasil cacahan

Randemen adalah prosentase produk yang didapatkan dengan membandingkan berat awal bahan dengan berat akhirnya. Sehingga didapatkan kehilangan berat pada proses pengolahan. Randemen didapat dengan cara menimbang berat akhir yang dihasilkan dari proses dibandingkan dengan berat bahan awal (Khairul Umam, 2017)

Di bawah ini tabel data hasil pengujian cacahan P1-P3.

Tabel 2 Data Hasil Pengujian

DIMENSI	Spesime n-1	Spesi men-2	Spesime n-3	Spesime n-4	TOTAL
	HP Huawei	HP Samsu ng	HP Oppo	HP Motorola	
Tebal (mm)	15	9,8	7,55	18,1	
Lebar (mm)	40	62,7	71,7	45	
Panjang (mm)	105	121,2	142,7	99	
Berat (gram)	67	114	149	98	428
Perhitungan P1					
Waktu cacah (s)	5	9	15	7	36
Besar hasil cacah ke-1 P x L (mm)	10 x 10	64 x 10	77 x 10	45 x 10	
Berat hasil cacah ke-1 (gram)	60	111	144	93	408
Perhitungan P2					
Besar hasil cacah ke-2 P x L (mm)	8 x 10	26,5 x 10	47,5 x 10	31 x 10	
Berat hasil cacah ke-2 (gram)	58	105	139	92	394
Perhitungan P3					
Besar hasil cacah ke-3 P x L (mm)	7 x 10	11 x 10	11 x 10	12 x 10	
Berat hasil cacah ke-3 (gram)	56	100	134	87	377

Dari tabel diatas hasil pengujian di dapatkan perhitungan untuk randemen hasil cacahan adalah sebagai berikut :

Diketahui :

Berat awal spesimen = 428gram

Berat hasil cacahan kesatu spesimen= 408gram

Berat hasil cacahan kedua spesimen= 394gram

Berat hasil cacahan ketiga spesimen= 377gram

Ditanyakan :

Randemen hasil cacahan pertama, kedua dan ketiga, Maka :

$$\text{Randemen} = \frac{\text{Berat hasil cacahan}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$

$$\text{Cacahan Pertama} = \frac{408}{428} \times 100\% = 95,3\%$$

$$\text{Cacahan Kedua} = \frac{394}{428} \times 100\% = 92,1\%$$

$$\text{Cacahan Ketiga} = \frac{377}{428} \times 100\% = 88,1\%$$

Hasil perhitungan diatas berat awal spesimen sebelum dilakukan percobaan pencacahan sebesar 428gram dan setelah dilakukan pencacahan yang pertama berat berkurang sebanyak 4,7%, cacahan kedua berat berkurang sebesar 7,9%, pada cacahan ketiga berat berkurang 11,9% dari berat awal. Maka dapat disimpulkan randemen cacahan pertama 95,3%, randemen cacahan kedua 92,1% dan randemen cacahan ketiga 88,1% dengan rata-rata pengurangan berat setiap proses 4% dari berat awal.

c. Kapasitas kerja mesin

Dari tabel 2 hasil pengujian diatas dapat dihitung untuk kapasitas kerja mesin *crusher* skala laboratorium limbah telepon genggam yaitu :

Diketahui :

Berat spesimen = 428 gram = 0,428 kg
Lama proses cacah = 36 detik = 0,01 jam
Ditanyakan :
Berapa kapasitas kerja mesin (KKM)?
Maka :

$$\text{KKM} = \frac{\text{Berat produk yang diolah}}{\text{Waktu proses}}$$

$$= \frac{0,428}{0,01}$$

$$= 42,8 \text{ kg/jam}$$

Dari perhitungan diatas maka bahwa kapasitas kerja mesin *crusher* yang dibuat dengan judul Rancang Bangun Mesin *Crusher* Skala Laboratorium Untuk Menghancurkan Telepon Genggam mempunyai kapasitas 42,8 kg/jam.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian diatas dengan judul Rancang Bangun Mesin *Crusher* Skala Laboratorium yaitu :

1. Metode eksperimental dengan beberapa tahapan pengerjaan yang dikerjakan yaitu mulai dari desaian mesin sampai dengan pembuatan dan perakitan mesin.
2. Mesin sudah dapat digunakan dengan baik dengan diameter poros ideal 27,9 mm (pembulatan keatas menjadi 28 mm) dan mempunyai kapasitas kerja yag cukup tinggi yaitu 42,8 kg/jam.
3. Perlunya perawatan pada mesin *crusher* agar mesin dapat digunakan dengan baik dan tidak terjadi kerusakan yang fatal pada saat diperlukan.
4. Pada penelitian berikutnya pada mesin *crusher* ini dapat dikembangkan dengan kapasitas yang lebih besar dengan berbagai macam elektronik yang dapat di proses cacah.

DAFTAR PUSTAKA

- (Arakawa, 1993) Arakawa, K. (1993). *Crusher With Rotor For Shearing. United States Patent, 5,248,100, Sep, 28, 993.*
- Baoquan, M. (1980). *Mineral Sizer.* <http://www.handa.com/mineral-sizer>
- Chusnul Azhari, D. (2018). Perancangan Mesin Pencacah Plastik Tipe Crusher Kapasitas 50 Kg/jam. *Isu Teknologi STT Mandala Vol.13 No.2 Desember*

2018.

- Kumaladewi, R. A. (2020). Pengelolaan Dan Dampak Limbah Elektronik Di Indonesia (Studi Kasus Pengelolaan Limbah Di Kampung Cinangka Dan Kampung Curug). *Vol 1 No 01 (2020): Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana Universitas Negeri Jakarta.*
- Lutz Wuschke, H.-G. J. (2018). Lutz Wuschke a,b, Hans-Georg Jackel a, Thomas Leißner, Urs A. Peuker b. *Waste Management 85 (2019) 317–326.*
- Nindyapuspa, A. (2018). Kajian Tentang Pengelolaan Limbah Elektronik Di Negara Maju Dan Negara Berkembang. *Infomatek, Volume 20 Nomor 1 Juni 2018.*
- R. Hilary A Yoga, d. (2020). Penanganan Limbah Elektronik (E-Waste) di Indonesia Berbasis Seni dan Drop Point. *Serambi Engineering, Volume V, No. 4, Oktober 2020.*
- Riky Adhiharto, d. (2019). Studi Rancang Bangun Mesin Plastic Waste Shredder Dengan Kapasitas 15 Kg/Hari Dengan Aplikasi Metode proposal VDI 2222. *Jurnal Ilmiah Berkala Tedc, Vol. 13, No 3, September 2019.*
- Sadah, K. (2015). Model Baru Dalam Penanganan Limbah Elektronik DI. *Prosiding Sentia 2015. Politeknik Negeri Malang Volume 7 – ISSN: 2085-2347.*
- Vanesa Forti, C. . (n.d.). *The Global E-waste Monitor 2020.* 2020. <http://ewastemonitor.info>
- Wulandari, R. (2020). *Menangani Sampah Elektronik, Bagaimana Seharusnya?* <https://www.mongabay.co.id/2020/07/22/menangani-sampah-elektronik-bagaimana-seharusnya/>.diakses