

## PERANCANGAN ALAT PENCACAH SAMPAH UNTUK MENGURANGI LIMBAH DI UNIVERSITAS PGRI RONGGOLawe TUBAN MENGGUNAKAN QFD

Rifqi Setiawan<sup>1\*</sup>, Anggia Kalista<sup>2</sup>, Khrisna Tri Sanjaya<sup>3</sup>, Susanti Dhini Anggraini<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Program Studi Teknik Industri, Universitas PGRI Ronggolawe

\*Email: rifqiunik12@gmail.com

### ABSTRAK

Penyebab serius kerusakan lingkungan di Indonesia adalah pembuangan sampah yang lambat terurai secara alami, berpotensi berbahaya bagi manusia. Di Kabupaten Tuban, jumlah sampah mencapai 550 ton per hari, dengan sebagian kecil yang dapat dikelola di tempat pembuangan akhir (TPA). Kampus Unirow Tuban juga turut menyumbang sampah dari konsumsi sehari-hari seperti makanan kemasan dan barang sekali pakai, terutama kertas dan plastik. Meskipun ada upaya mengumpulkan botol plastik sebanyak 50 kg per bulan, praktik daur ulang masih terbatas. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan solusi inovatif seperti alat pencacah sampah yang dirancang dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment (QFD)*, dapat memenuhi kebutuhan Spesifikasi mesin penghancur mencakup kesesuaian ukuran dengan kebutuhan pengguna. (normalized raw weight 8,990) dan kemampuan mencacah sampah plastik serta kertas (nilai 8,750). Alat ini didesain dengan hopper tinggi 120 cm, hopper output 30 cm, serta dilengkapi 14 pisau berbentuk bilah dengan empat gigi, dan pisau lawan berbentuk trapesium. Rangka alat terbuat dari besi siku dan besi kanal U yang disambung dengan pengelasan kawat RD 7018 untuk kekuatan dan ketahanan terhadap getaran. Tujuan dari pengembangan alat ini adalah untuk mendukung pengelolaan limbah plastik dan kertas di kampus Unirow Tuban, dengan tujuan untuk mengurangi limbah yang berakhir di tempat pembuangan akhir (TPA) dan mendukung prinsip keberlanjutan dalam pengelolaan sumber daya.

**Kata Kunci:** Limbah, Alat pencacah sampah, *Quality Function Deployment (QFD)*.

### PENDAHULUAN

Salah satu sumber kerusakan lingkungan yang masih menjadi permasalahan seluruh masyarakat Indonesia adalah pembuangan sampah (Rahman, 2021). Perlu di ketahui, diperlukan puluhan tahun bahkan ratusan tahun sampah baru bisa terurai secara alami. Namun permasalahannya adalah dampak negatif dari sampah tersebut, Jika sampah-sampah tersebut dibiarkan begitu saja, mereka dapat menimbulkan risiko besar bagi manusia (Wati & Agung Samudra, 2022). Sampah di Indonesia setiap harinya semakin meningkat dikarenakan bersifat ringan, praktis, ekonomis dan dapat menggantikan fungsi dari bahan-bahan lain. Sifat praktis dan ekonomis dari bahan-bahan ini menyebabkan meningkatnya penggunaan barang sekali pakai. Akibatnya, semakin banyak perlengkapan yang dibuat dari bahan tersebut, menghasilkan volume sampah yang tinggi. Peningkatan sampah ini terus berlanjut dan mengakibatkan masalah lingkungan yang serius (Nasution *et al.*, 2019). Kabupaten Tuban menghasilkan sekitar 550 ton sampah per hari, namun hanya 60-80 ton yang dikelola di tempat pembuangan akhir (TPA). Sisanya masih tercecer di berbagai lokasi. Peningkatan konsumsi yang tidak diimbangi dengan proses daur ulang menyebabkan sampah hanya berakhir di tempat pembuangan akhir (TPA) atau dibuang sembarangan. Hal ini menimbulkan masalah lingkungan, seperti kerusakan lautan, gangguan pada ekosistem, dan ancaman terhadap kehidupan satwa lainnya (Wiyono, 2021).

Instansi pendidikan seperti Kampus Unirow Tuban termasuk salah satu penghasil sampah terbesar. Aktivitas sehari-hari di kampus, seperti konsumsi makanan dan minuman kemasan serta penggunaan barang sekali pakai, mengakibatkan peningkatan jumlah sampah setiap hari. Sampah yang paling banyak ditemukan adalah sampah kering, Kertas, plastik, sejumlah kecil logam, dll. Selain itu, sampah basah terutama terdiri dari daun pohon, sisa makanan, dan daun pisang yang digunakan untuk kemasan makanan. Plastik seperti bungkus plastik dan botol minuman juga menyumbang sebagian besar sampah (Informasi *et al.*, 2019). Botol minuman plastik adalah Salah

satu dari sekian banyak jenis sampah dicari masyarakat karena pemanfaatannya dan pengelolaannya dapat menghasilkan nilai ekonomi (Liana *et al.*, 2023). Berdasarkan wawancara dengan petugas kebersihan, sampah botol plastik di kampus ini mencapai 50 kilogram per bulan. Meskipun petugas kebersihan sempat mengumpulkan dan menjual sampah-sampah tersebut untuk penghasilan tambahan, keterbatasan waktu menyebabkan praktik ini hanya berlangsung satu bulan. Sekarang, sampah-sampah botol di kampus tersebut dibuang ke tempat pembuangan sampah tanpa proses daur ulang. Selain dari kemasan makanan dan minuman, perpustakaan kampus juga menghasilkan limbah berupa kemasan buku dan buku yang sudah tidak terpakai. Upaya untuk mengurangi jumlah limbah di kampus Unirow Tuban sangat penting untuk menjaga kebersihan lingkungan kampus, mengurangi dampak negatif pada ekosistem lokal, dan membentuk kesadaran lingkungan di kalangan mahasiswa dan staf kampus. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi yang inovatif dan efektif untuk mengelola limbah di kampus, salah satunya melalui pembangunan alat pencacah sampah. Chipper adalah alat yang digunakan untuk memotong benda menjadi potongan-potongan kecil dengan ukuran tertentu, yang kemudian dapat digunakan kembali pada pengoperasian berikutnya (Masruri *et al.*, 2021).



**Gambar 1** Limbah plastik di “Universitas PGRI Ronggolawe Tuban”

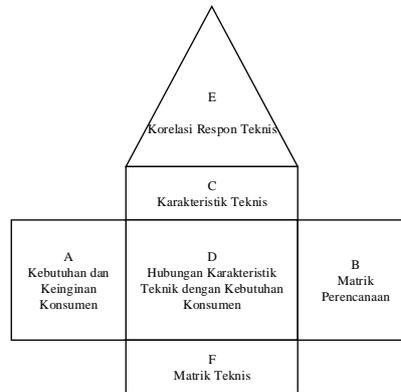
Berdasarkan gambar di atas, dirasakan perlunya membuat mesin pencacah untuk membantu dalam proses pengolahan dan daur ulang limbah di kampus Unirow. Tujuan penelitian adalah untuk mengembangkan alat prototipe pencacah skala kampus yang dapat digunakan dalam proses daur ulang sampah, serta menciptakan nilai tambah dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment (QFD)* (Masruri *et al.*, 2021). Diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi untuk perancangan alat pencacah sampah. Kami memberikan pengetahuan tentang konstruksi yang aman dan benar serta menganalisis hasil penghancuran berbagai jenis limbah. Lebih lanjut, alat ini diharapkan dapat digunakan secara berkelanjutan pada peleburan plastik dan pengolahan sampah di Universitas PGRI Longolawe Tuban dan masyarakat sekitar.

## METODE PENELITIAN

*Quality Function Deployment (QFD)* adalah metode dari Jepang yang digunakan untuk menerjemahkan kebutuhan pelanggan menjadi spesifikasi produk dan memastikan kontrol kualitas selama pengembangan atau produksi. Metode ini membantu mengurangi risiko produk atau layanan tidak sesuai dengan harapan pelanggan dan memperkuat integrasi serta manajemen kualitas di seluruh perusahaan. Dimulai dengan deskripsi "*House of Quality*" dan menjelaskan cara membangun *QFD* (Budi Harsanto, 2019). Menurut Cohen (1995) dalam Hidayat *et al.* (2022) ada 4 tahapan yaitu:

1. Perencanaan produk
2. Perencanaan desain
3. Perencanaan produksi
4. Perencanaan produksi

Dalam pelaksanaannya, proses QFD dilakukan dengan menyusun satu atau beberapa matriks yang dikenal sebagai "*House of Quality*." Matriks ini digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan pelanggan berdasarkan riset pasar yang telah dilakukan. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa desain produk baru memenuhi target dan kebutuhan yang diinginkan oleh pelanggan (Purnama *et al.*, 2024)



**Gambar 2.** Matrik *House of Quality* (Khusuma & Utomo, 2021)

Berikut merupakan tahapan dari matriks HO (Basuki *et al.*, 2020):

1. Bagian A Kebutuhan dan Keinginan Konsumen

Terdiri dari sejumlah kebutuhan dan keinginan konsumen yang didapat dari survey pasar.

2. Bagian B Matrik Perencanaan

Berikut merupakan langkah-langkah dari penilain Matrik Perencanaan (Suryaningrat & Rendra, 2014) :

a. *Importance to costumer*

Seberapa penting suatu atribut produk bagi konsumen.

$$= \frac{\text{Total Skor masing – masing atribut}}{\text{Jumlah Responden}} \quad (1)$$

b. *Customer satisfaction performance*

Tingkat kepuasan konsumen terkait produk (*Kinerja Kepuasan Pelanggan*), yaitu tingkat kepuasan konsumen terhadap fitur-fitur produk

$$= \frac{\text{Total skor masing – masing atribut}}{\text{Jumlah Responden}} \quad (2)$$

c. Nilai Gap

Nilai gap adalah nilai yang digunakan untuk mengetahui kesenjangan antara variabel persepsi dan kepuasan pada produk yang digunakan. Perhitungan nilai gap menggunakan rumus (Christina *et al.*, 2021)

$$\text{Gap} = \text{Persepsi} - \text{Harapan} \quad (3)$$

d. Goal

Goal adalah level performance yang ingin di capai untuk memenuhi kebutuhan pelanggan (*customer needs*).

e. *Improvement Ratio*

Tingkat perbaikan (*Improvement Ratio*) merupakan nilai tolok ukur peningkatan kualitas suatu karakteristik produk.

$$\text{Improve Ratio} = \frac{\text{Goal}}{\text{Derajat Kepuasan}} \quad (4)$$

f. *Sales Point*

Nilai jual merupakan fitur produk yang paling penting bagi konsumen. Jika produsen meningkatkan fitur-fitur tersebut dan penjualan meningkat, maka fitur-fitur tersebut akan memiliki nilai jual yang tinggi. Skala nilai nilai jualnya adalah 1,5 (berdampak kuat terhadap penjualan), 1,2 (berdampak lemah), dan 1 (tidak berdampak).

g. *Raw Weight & Normalized Raw Weight*

*Raw Weight*, merupakan nilai pembobotan bagi atribut produk. Sedangkan, *Normalized Raw Weight*, menunjukkan persentase nilai *Raw Weight*. Nilai *Raw Weight* didapat dari perkalian derajat kepentingan ke-i x *Improve Ratio* ke-i x *Sales Point* ke-i, sedangkan pada nilai *normalized raw weight* didapat dari

$$\text{Normalized raw weight} = \frac{\text{Raw weight}}{\sum \text{raw weight}} \quad (5)$$

3. Bagian C Karakteristik Teknis

Berisi persyaratan teknis untuk produk atau jasa baru yang akan dikembangkan, data ini merupakan hasil turunan dari matriks A, yang mencakup informasi tentang kebutuhan dan keinginan konsumen.

4. Bagian D Hubungan Karakteristik teknik dengan kebutuhan konsumen

Terdiri dari analisis manajemen yang memeriksa hubungan antara elemen-elemen di matriks C (karakteristik teknis) dan matriks A (kebutuhan dan keinginan konsumen) yang dipengaruhi. Kekuatan hubungan tersebut ditandai dengan simbol tertentu.

**Tabel 1. Simbol Hubungan Matrik (Aji, 2014)**

| Simbol   | Nilai | Keterangan         |
|----------|-------|--------------------|
| <Kosong> | 0     | Tidak ada hubungan |
| ▽        | 1     | Hubungan Lemah     |
| ○        | 3     | Hubungan Sedang    |
| ●        | 9     | Hubungan Kuat      |

5. Bagian E Korelasi Respon Teknis

Menggambarkan hubungan antara persyaratan teknis yang satu dengan lainnya yang terdapat di matrik C. Hubungan tersebut diterangkan dengan simbol.

**Tabel 2 Simbol Korelasi Teknis (Aji, 2014)**

| Simbol | Arti                    |
|--------|-------------------------|
| ++     | Pengaruh positif kuat   |
| +      | Pengaruh positif sedang |
|        | Tidak ada hubungan      |
| -      | Pengaruh negatif sedang |
| ▼      | Pengaruh negative kuat  |

6. Bagian F Matrik Teknis

Ini menggambarkan informasi yang membandingkan kinerja teknis produk atau layanan yang kami produksi dengan produk atau layanan yang diproduksi pesaing kami. Penelitian menggambarkan metode yang digunakan untuk memecahkan masalah. Ini mencakup alat, bahan, dan metode yang digunakan untuk memecahkan masalah. Matriks Teknologi memberikan informasi kontribusi yang menunjukkan seberapa kuat respon teknologi terhadap kepuasan pelanggan secara keseluruhan. Posting ini membantu produsen menetapkan prioritas dalam memenuhi kebutuhan pelanggan. Selain itu, postingan yang dinormalisasi akan menampilkan nilai persentase postingan tersebut (Suryaningrat & Rendra, 2014).

$$\text{Normalized Contribution} = \frac{\text{Contribution}}{\text{Total Contribution}} \quad (6)$$

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan hasil perhitungan pada matrik HOQ.

Ket. Simbol kerelasi karakteristik teknis  
 ⊕ = pengaruh positif kuat  
 + = Pengaruh positif sedang  
 - = Pengaruh negatif sedang  
 ⊖ = Pengaruh negatif kuat

| Karakteristik teknis<br>Customer need                     | Kerelasi karakteristik teknis             |   |                          |                      |  |  | Derajat Kepentingan | Drajat Keypuasan | Goal | Improve Ratio | Sales Point | Raw Weight | Normalizat Raw Weight |
|---|---|---|--------------------------|----------------------|--|--|---------------------|------------------|------|---------------|-------------|------------|-----------------------|
|   | Menggunakan Mesin Penggerak Tenaga Bensin | Menggunakan Saringan Dengan Ukuran Lubang 2,5mm | Menggunakan Pisau emsher | Menggunakan Gear box | Ketinggian Hopper sesuai dengan Pengguna | Cover menggunakan plat dengan ketebalan 09 |                     |                  |      |               |             |            |                       |
| Konstruksi alat yang kokoh                                | ⊕   | ⊕   | ⊕                        | ⊕                    | ⊕  | ⊕  | 4,16                | 4,06             | 5    | 1,23          | 1,5         | 7,68       | 8,36                  |
| Dapat menjadikan cacahan-cacahan kecil                    | ⊕   | ⊕   | ⊕                        | ⊕                    | ⊕  | ⊕  | 4,16                | 4,00             | 5    | 1,25          | 1,5         | 7,80       | 8,5                   |
| Dapat mencacah sampah plastik dan kertas                  | ⊕   | ⊕   | ⊕                        | ⊕                    | ⊕  | ⊕  | 4,35                | 4,06             | 5    | 1,23          | 1,5         | 8,04       | 8,75                  |
| Pengaturan kecepatan pencacahan                           | ⊕   | ⊕   | ⊕                        | ⊕                    | ⊕  | ⊕  | 4,13                | 3,77             | 4    | 1,32          | 1,2         | 6,56       | 7,15                  |
| Spesifikasi alat sesuai dengan kebutuhan                  | ⊕   | ⊕   | ⊕                        | ⊕                    | ⊕  | ⊕  | 4,94                | 3,81             | 5    | 1,31          | 1,5         | 7,75       | 8,44                  |
| Alat pencacah memiliki kesesuaian ukuran dengan pengguna. | ⊕   | ⊕   | ⊕                        | ⊕                    | ⊕  | ⊕  | 4,23                | 3,84             | 5    | 1,30          | 1,5         | 7,44       | 8,99                  |
| Material rangka kuat dan tahan lama.                      | ⊕   | ⊕   | ⊕                        | ⊕                    | ⊕  | ⊕  | 4,26                | 4,29             | 5    | 1,17          | 1,5         | 7,68       | 8,11                  |
| Perawatan mudah.  | ⊕   | ⊕   | ⊕                        | ⊕                    | ⊕  | ⊕  | 4,23                | 4,13             | 5    | 1,21          | 1,5         | 7,67       | 8,36                  |
| Mudah dalam penggunaan                                    | ⊕   | ⊕   | ⊕                        | ⊕                    | ⊕  | ⊕  | 4,26                | 4,16             | 5    | 1,20          | 1,5         | 7,68       | 8,36                  |
| Rangka mesin yang rapi.                                   | ⊕   | ⊕   | ⊕                        | ⊕                    | ⊕  | ⊕  | 4,06                | 3,97             | 5    | 1,26          | 1,5         | 7,82       | 8,37                  |
| Model alat sederhana.                                     | ⊕   | ⊕   | ⊕                        | ⊕                    | ⊕  | ⊕  | 4,97                | 3,81             | 5    | 1,31          | 1,5         | 7,45       | 8,51                  |
| Safety dalam penggunaan.                                  | ⊕   | ⊕   | ⊕                        | ⊕                    | ⊕  | ⊕  | 4,71                | 4,74             | 5    | 1,05          | 1,5         | 91,83      | 8,11                  |
| Contribution  | 197                                       | 140   | 142                      | 66                   | 157                                      | 206  | 214                 | 30               | 136  |               |             |            |                       |
| Normalized Contribution                                   | 15,3                                      | 11,8  | 11,0                     | 5,1                  | 12,2                                     | 16,0                                       | 17,6                | 2,4              | 10,6 |               |             |            |                       |
| Priority  | 3   | 5   | 6                        | 8                    | 4  | 2  | 1                   | 9                | 7    |               |             |            |                       |

Ket. Simbol hubungan respon teknis  
 ● = 9 (Hubungan kuat)  
 ○ = 3 (Hubungan sedang)  
 △ = 1 (Hubungan lemaah)

Gambar 2. Tabel Matriks House Of Quality

Dari hasil analisa dan pengolahan data, didapatkan spesifikasi yang diharapkan oleh pengguna yaitu Alat pencacah memiliki kesesuaian ukuran dengan pengguna. dengan nilai *normalized raw weight* 8,990 dan Dapat mencacah sampah plastik dan kertas. dengan nilai 8,750. Setelah tahapan QFD dilakukan, didapatkan desain alat pencacah dengan Ketinggian hopper 120 cm dan hopper output 30 cm mata pisau yang berbentuk bilah yang berjumlah 14 bilah masing masing mempunyai empat gerigi dan pisau lawan yang berbentuk trapesium. Berikut adalah gambar pisau pencacah :



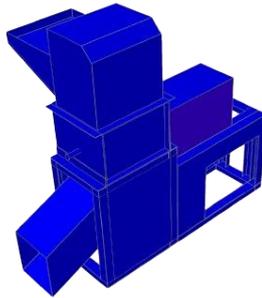
Gambar 3. Pisau alat pencacah sampah.

Rangka terbuat dari besi siku 40x40x3mm dan besi kanal U ukuran 30x50x30x3mm, dibuat dengan cara penyambungan dilas menggunakan kawat RD 7018 supaya kuat dan tahan getaran.

### **Tahap Perencanaan Produksi / Production Planning)**

Tahap perencanaan produksi pada rancang dan bangun alat pecacah sampah adalah sebagai berikut:

1. Tahap pembuatan desain



**Gambar 4.** Desain alat pencacah sampah

Tahap pertama adalah merancang atau mendesain alat pencacah sampah. Desain ini berfungsi sebagai panduan dalam pembuatan alat, mencakup aspek-aspek seperti bentuk dan ukuran alat tersebut.

2. Tahap persiapan bahan



**Gambar 5.** persiapan bahan

Tahap kedua yaitu tahap persiapan bahan, dimana tahapan ini menyiapkan bahan apa saja yang dibutuhkan dalam pembuatan alat pencacah sampah.

3. Tahap pemotongan



**Gambar 6.** Tahap pemotongan

Tahap ketiga adalah pemotongan, di mana bahan dipotong sesuai dengan desain yang telah dibuat. Proses ini menggunakan alat pemotong seperti blander potong dan gerenda potong.

#### 4. Pembuatan Rangka Alat



**Gambar 7.** Pembuatan Rangka Alat

Proses dimulai dengan pemotongan dan pembentukan bahan mentah sesuai dengan desain yang telah direncanakan. Ini bisa melibatkan penggunaan alat pemotong, dan Pengelasan.

#### 5. Tahap penyatuan komponen



**Gambar 8.** Tahap penyatuan komponen

Setelah Pembuatan Rangka Alat maka dilakukan tahap tahap perakitan. Tahap perakitan disini semua part atau bagian akan dirakit Untuk menjadikannya alat yang fungsional dan dapat digunakan.

#### 6. Pengujian dan Penyesuaian



**Gambar 9.** Pengujian dan Penyesuaian

Setelah semua komponen terpasang, alat pencacah sampah harus diuji untuk memastikan bahwa semua bagian berfungsi dengan baik dan sesuai dengan desain yang telah direncanakan. Pengujian juga membantu dalam penyesuaian terakhir untuk meningkatkan kinerja alat.

## 7. Tahap pengecatan



**Gambar 10.** Tahap pengecatan

Setelah komponen disatukan, tahap berikutnya adalah pengecatan. Pengecatan sangat penting karena tidak hanya meningkatkan penampilan barang, tetapi juga memberikan perlindungan terhadap korosi. Jenis cat yang digunakan mempengaruhi hasil akhir, sehingga pemilihan cat yang tepat sangat krusial. Proses pengecatan dilakukan dalam dua tahap: yang pertama adalah aplikasi cat dasar untuk memberikan lapisan awal, dan yang kedua adalah lapisan finishing untuk menghasilkan tampilan akhir yang diinginkan.

## KESIMPULAN

Desain alat pencacah ini dibuat dengan tujuan utama untuk mengatasi masalah pengolahan limbah di lingkungan kampus Unirow Tuban. Alat ini dirancang agar mampu mencacah sampah plastik dan kertas secara efektif. Dengan menggunakan pisau berbentuk bilah dan pisau lawan berbentuk trapesium, alat ini dapat menghasilkan cacahan yang sesuai dengan kebutuhan proses daur ulang limbah. Tujuan dari adanya alat ini adalah untuk memenuhi pengelolaan limbah plastik dan kertas dapat diolah dengan efisien di kampus unirow tuban. Dengan demikian, diharapkan alat pencacah ini dapat memberikan kontribusi positif dalam mengurangi jumlah sampah yang berakhir di tempat pembuangan akhir (TPA) dan mendukung prinsip-prinsip keberlanjutan dalam pengelolaan sumber daya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, M., Aprilyanti, S., Azhari, A., & Erwin, E. (2020). Perancangan Ulang Alat Perontok Biji Jagung dengan Metode Quality Function Deployment. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 6(1), 23–30. <https://doi.org/10.30656/intech.v6i1.2196>
- Harsanto, B. S. C. P. (2019). Integration of Quality Function Deployment and Kano Model in Service Business. *Jurnal Manajemen*, 23(3), 411. <https://doi.org/10.24912/jm.v23i3.572>
- Christina, M., Mulyawan, L., Rahardjo, J., & Adi, P. (2021). Analisis Kepuasan Pelanggan dan Strategi Peningkatan Pelayanan pada PT. X dengan Metode Servqual dan QFD. 9(1), 1–8.
- Wati, D. A. R. & Samudra A. (2022). Rancang Bangun Mesin Pencacah Sampah Plastik. *Steam Engineering*, 4(1), 9–13. <https://doi.org/10.37304/jptm.v4i1.5180>
- Hidayat, R., Anggraini, M., & Sulastri. (2022). Penerapan Metode Quality Function Deployment (Qfd) Dalam Pengembangan Produk Cutteristic. *Juti Unisi*, 6(1), 33–38. <https://doi.org/10.32520/juti.v6i1.1718>
- Informasi, T., Luhur, U. B., & Luhur, U. B. (2019). Sebagai Bahan Pembelajaran Pendidikan Lingkungan Hidup. 2, 1210–1215.
- Khusuma, D. T., & Utomo, H. (2021). Pengaruh Dimensi Kualitas Produk Terhadap Kepuasan Konsumen Venice Pure Aesthetic Clinic Salatiga. *Among Makarti*, 13(2), 78–88. <https://doi.org/10.52353/ama.v13i2.199>
- Liana, U. W. M., Siregar, A. C., Pratiwi, D. S., Agust, F., & Yatnikasari, S. (2023). Sosialisasi Pemanfaatan Limbah Plastik PET (Polyethylene Terephalate) di SMA Negeri 5 Kota Samarinda. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*, 3(3), 901–906. <https://doi.org/10.54082/jamsi.770>
- Masruri, A., Saleh, Z., Satria, Z., & Hastarina, M. (2021). Perancangan Mesin Pencacah Plastik Skala

- Laboratorium Dengan Metode Quality Function Deployment (QFD). *Integrasi : Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 6(1), 38. <https://doi.org/10.32502/js.v6i1.3794>
- Aji M. D. R. (2014). *Pembuatan Kerupuk melalui pendekatan QFD Dari Limbah Kulit Buah Naga*. 171–178.
- Nasution, S. R., Rahmalina, D., Sulaksono, B., & Doaly, C. O. (2019). *IbM: PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK SEBAGAI KERAJINAN TANGAN DI KELURAHAN SRENGSENG SAWAH JAGAKARSA JAKARTA SELATAN*. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 6(2), 117–123. <https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v6i2.4119>
- Purnama, O. L., Jati, A., & Wasesa, A. (2024). *HYBRID MENGGUNAKAN METODE QFD*.
- Rahman, M. (2021). Faktor Penyebab Dan Dampak Serta Kebijakannya Terhadap Permasalahan Pencemaran Sampah. *Jurnal Program Studi Pendidikan IPS Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Lambung Mangkurat 2021*, 1–5. <http://dx.doi.org/10.31219/osf.io/x6dve>
- Suryaningrat, I. B., & Rendra, W. (2014). Peningkatan Kualitas Produk Tradisional Prol Tape Dengan Metode Quality Function Deployment ( QFD ). *Jurnal Agroteknologi*, 08(02), 131–139.
- Wiyono, S. (2021). *Tuban Hasilkan Sampah 500 Ton Per Hari, Begini Rencana Pengelolaannya*. IAINUonline. <https://iainutuban.ac.id/2021/09/07/tuban-hasilkan-sampah-500-ton-per-hari-begini-rencana-pengelolaannya/>