

## DESAIN PENGEMBANGAN UNIT PENGOLAHAN LIMBAH PLASTIK PADA KELOMPOK PEMULUNG DI KOTA MALANG

Widjanarko<sup>1</sup> Nilawati Fiernaningsih<sup>1</sup> Pudji Herijanto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang Jl. Soekarno – Hatta no. 9, PO. BOX 04 Malang

E-mail: widatisa\_oke@yahoo.com

### ABSTRACT

*Environmental sustainability is certainly not free from waste or waste problems. The problem of waste or waste is a world problem that needs to be addressed and addressed immediately. Type of waste or waste issued by industry and society is organic and non organic. Non-organic waste can not decompose naturally but it needs human effort to process it is by recycling non-organic waste, one of which is plastic waste or known as waste plastic. The method of this research process is the identification and formulation of problems that exist in the location of research (waste disposal sites / TPS and plastic trash collectors), which then determined the direction of research objectives. With an academic study of literature studies and field studies it can be concluded that the correct concept of solving problems in scavengers is the Quality Function Deployment (QFD) method, which has a focus point on identifying user desires / scavengers. The application of QFD in this study is to identify the desire of users / scavengers (customer requirements) to increase their economic level, by distributing questionnaires to the scavengers in the city of Malang. The conclusion to this discussion is that the average scavengers want an increase in their economic level by adding value to plastic waste. The added value criterion for utilizing plastic waste in this research is the increase of plastic waste price from Rp 5,000 - Rp 6.000,00 / kg to Rp 10.000,00 - Rp 12.000,00 / kg in the form of chopped. Design of product development of plastic waste chopper machine desired by the user / scavengers in terms of cheap price / affordable of 84.33% and in terms of capacity of 72.33%, is a machine with a price of Rp 5.500.000,00 and capacity 10 kg / hour.*

*Keywords: Plastic Waste, Scavengers, Economic Level, Processing Unit, Cheap and Efficient*

### PENDAHULUAN

Sampah plastik untuk saat ini termasuk salah satu material yang bisa mencemari kelestarian lingkungan hidup, seperti tanah, air sungai, dan juga udara dengan polusinya.

Kelestarian lingkungan hidup tentunya tidak terlepas dari masalah sampah atau limbah. Masalah sampah atau limbah merupakan masalah dunia yang perlu diperhatikan dan segera diatasi. Jenis sampah atau limbah yang dikeluarkan oleh industri maupun masyarakat adalah jenis organik dan non organik. Sampah non organik tidak bisa terurai secara alamiah tetapi perlu usaha manusia untuk mengolahnya yaitu dengan mendaur ulang sampah non organik, salah satunya adalah sampah plastik atau dikenal dengan limbah plastik [1].

Masalah limbah plastik (khususnya bekas air minum kemasan) tidak terlepas dari peran serta pemulung, baik peran sertanya sebagai penjaga kelestarian lingkungan hidup maupun sebagai pelaku usaha dengan mengumpulkan serta mengolah limbah plastik agar meningkat nilainya.

Beberapa kriteria peningkatan nilai dari limbah plastik disini yang nantinya akan diteliti,

diantaranya: (1) pemanfaatan dengan dijual sebagai tempat minuman kemasan lain (misal beras kencur, sinom, sari kedelai, dan lain-lain), (2) digunakan sebagai bahan baku kerajinan (misal mobil-mobilan, hiasan gantung, vas bunga, dan lain-lain), (3) daur ulang limbah plastik yaitu dengan cara merajang plastik bekas air minum kemasan tersebut untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan pelet (bijih plastik). Pelet yang dihasilkan nantinya akan digunakan sebagai bahan baku pembuatan produk-produk dari plastik (di pabrik plastik) [10].

Dalam mendaur ulang limbah plastik ini tentunya memerlukan peralatan khusus yang harganya cukup mahal. Berdasarkan hal inilah maka pada penelitian ini penyusun berusaha untuk mendesain pengembangan unit pengolahan limbah plastik yaitu mesin perajang limbah plastik bekas air minum kemasan, dalam kaitannya dengan peningkatan taraf ekonomi seperti diinginkan oleh para pemulung. Adapun unit pengolah limbah plastik yang dimaksud adalah yang harganya relatif terjangkau oleh para pemulung.

Ada beberapa kriteria desain pengembangan unit pengolahan limbah plastik yang bisa dilakukan, diantaranya adalah: (1) penurunan harga dengan penurunan kapasitas mesin, (2) penurunan harga dengan kapasitas mesin tetap. Adapun pendekatan atau metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Quality Function Deployment* (QFD). Metode QFD bertujuan untuk mengidentifikasi dan memenuhi keinginan pengguna. QFD dipilih karena metode ini terdiri dari beberapa langkah yang dibutuhkan mulai dari mengidentifikasi pengguna sampai menjadikan keinginan-keinginan pengguna menjadi syarat-syarat teknis yang terukur, sehingga dengan adanya syarat-syarat teknis yang didapat, bisa digunakan untuk awal dari proses pengembangan [2]. Metode QFD terdiri dari lima kegiatan yaitu: (1) Mengidentifikasi pengguna, (2) Merumuskan dan menetapkan keinginan pengguna, (3) Menetapkan prioritas keinginan pengguna, (4) Mempelajari kemampuan bersaing, (5) Merumuskan keinginan-keinginan pengguna menjadi syarat-syarat teknis yang dapat diukur.

#### **METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian yang dilakukan pada pemulung di kota Malang ini didasari oleh kenyataan bahwa banyak dari mereka yang mempunyai keinginan untuk mendapatkan nilai tambah dari limbah plastik yang diperoleh. Ini dibuktikan dengan adanya data yang didapat dari hasil kuesioner dan wawancara langsung terhadap para pemulung dengan hasil yang mengindikasikan bahwa mereka kebanyakan ingin meningkatkan taraf ekonominya. Oleh sebab itu diperlukan suatu cara untuk mengatasi adanya limbah plastik sekaligus bisa meningkatkan taraf ekonomi pemulung di kota Malang.

Langkah awal proses penelitian ini adalah identifikasi dan perumusan masalah yang ada di lokasi penelitian (tempat-tempat pembuangan sampah/ TPS dan pengepul sampah plastik), yang selanjutnya ditentukan arah tujuan penelitian. Untuk mendapatkan metode yang tepat dalam mencari solusi masalah yang ada pada para pemulung, maka harus dilakukan studi literatur dan studi lapangan dimana akan didapat sebuah metode yang tepat secara kajian akademik dan kondisi yang ada di lapangan. Dari hasil kajian secara akademik yaitu studi literatur dan studi lapangan maka dapat disimpulkan bahwa konsep yang tepat dalam mencari solusi permasalahan pada para pemulung adalah metode QFD, yang mempunyai titik fokus dalam mengidentifikasi keinginan pengguna. [7].

Penerapan QFD pada penelitian ini adalah mengidentifikasi keinginan pengguna (*customer requirements*) terhadap peningkatan taraf ekonomi

mereka, dengan cara menyebarkan kuesioner pada para pemulung di kota Malang.

Hasil identifikasi terhadap keinginan pengguna yang tertuang dalam kuesioner selanjutnya akan digunakan untuk proses merumuskan dan menetapkan keinginan pengguna. Langkah selanjutnya adalah menetapkan prioritas keinginan pengguna dengan kategori keinginan yang harus dipenuhi yaitu yang ada hubungannya dengan standar, ketentuan, dan keterbatasan seperti yang ada pada perusahaan. Setelah ada keinginan pengguna yang diprioritaskan, maka dilakukan langkah mempelajari kemampuan pesaing dan diakhiri dengan merumuskan keinginan-keinginan pengguna menjadi syarat-syarat teknis (*engineering requirements*) yang dapat diukur dan lebih dikenal dengan nama spesifikasi [3].

Setelah diidentifikasi suara/ keinginan pengguna dari hasil kuesioner I, maka akan dilanjutkan dengan pemberian kuesioner II yang tujuannya untuk mengetahui unit pengolahan limbah plastik bagaimana yang diinginkan oleh para pemulung dalam usaha untuk meningkatkan taraf ekonominya.

Hasil kuesioner II akan diolah lagi untuk dijadikan syarat-syarat teknis dalam pembuatan alat bantu (mesin) yang sesuai dengan kriteria keinginan para pemulung.

#### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dari hasil jawaban kuesioner I dan wawancara langsung dengan para pemulung untuk mengetahui keinginan para pemulung dengan limbah plastik yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 1 di halaman berikut, dimana angka-angka yang tercantum pada tabel menunjukkan tingkat prioritas keinginan. 5 = sangat penting, 4 = penting, 3 = cukup penting, 2 = kurang penting, 1 = sangat tidak penting.

Tabel 1 Suara Wirausaha Pemulung

Angka 1 - 5 menunjukkan tingkat prioritas (5 = sangat penting, 4 = penting, 3 = cukup penting, 2 = kurang penting, 1 = sangat tidak penting)

Skor Pemulung	Suara Wirausaha Pemulung					
	A	B	C	D	E	F
1	1	2	4	3	5	4
2	1	2	3	3	5	4
3	5	4	2	3	3	1
4	5	4	2	4	3	1
5	2	4	5	3	3	1
6	1	4	5	2	3	1
7	2	5	3	4	2	1
8	4	5	3	3	1	2
9	4	5	3	3	2	1
10	5	4	2	3	1	1
11	5	3	2	3	1	2
12	2	1	4	5	3	2
13	1	1	4	5	3	2
14	5	4	3	3	2	1
15	5	4	4	3	2	1
16	1	2	4	3	3	5
17	1	2	4	3	4	5
18	2	2	3	3	4	5
19	5	4	2	3	1	2
20	5	3	2	3	1	1
21	5	3	2	4	1	1
22	2	1	3	3	4	5
23	1	1	3	4	4	5
24	5	4	2	3	1	1
25	5	4	2	3	2	1
26	3	5	4	3	1	2
27	3	5	4	4	2	1
28	2	3	5	4	3	1
29	2	1	4	5	4	3
30	1	2	4	4	5	3
31	5	4	2	3	1	2
32	5	4	2	3	2	1
33	5	3	2	3	1	1
34	5	4	2	3	2	1
35	2	1	3	4	5	4
36	1	2	3	3	5	4
37	5	4	2	3	2	1
38	5	4	3	2	1	2
39	4	5	3	4	2	1
40	3	5	4	2	1	1
41	4	5	4	3	2	1
42	5	4	2	3	2	1
43	1	2	4	5	3	2
44	5	4	3	3	2	1
45	5	4	4	3	1	2
46	1	2	3	3	4	5
47	5	4	2	3	2	1
48	5	3	4	3	2	1
49	5	3	3	4	1	2
50	1	3	5	4	2	2

51	5	3	4	4	2	1
52	2	5	3	4	1	1
53	2	5	4	3	3	1
54	1	3	2	4	5	2
55	1	4	3	2	5	2
56	1	3	5	4	3	2
57	2	4	5	3	2	1
58	1	3	3	5	4	2
59	1	4	4	5	3	2
60	1	4	3	2	5	1
61	2	5	3	4	3	1
62	2	5	4	3	3	1
63	1	2	3	2	4	5
64	1	2	4	3	4	5
65	5	4	3	3	2	1
66	5	4	4	2	1	2
67	1	5	3	4	2	1
68	1	5	4	4	3	2
69	5	4	4	3	2	1
70	5	3	4	2	3	1
71	1	2	3	5	4	1
72	2	2	3	5	4	1
73	1	5	3	4	2	3
74	2	5	4	2	1	3
75	2	3	5	4	3	1
76	1	4	5	3	1	2
77	5	3	3	4	1	2
78	5	4	3	2	3	1
79	1	5	4	3	2	2
80	1	5	3	4	2	1
81	2	5	3	3	4	1
82	1	2	3	4	4	5
83	1	3	2	4	3	5
84	1	4	3	2	5	2
85	2	3	4	3	5	1
86	5	4	4	3	2	1
87	5	4	3	3	1	2
88	5	3	4	4	2	1
89	2	4	3	2	5	1
90	1	3	4	3	5	2
91	1	4	3	3	5	2
92	1	3	5	4	3	2
93	2	3	4	5	3	1
94	5	4	3	3	2	1
95	5	4	3	4	2	1
96	1	2	4	3	4	5

**Keterangan:**

**Rekapitulasi daftar suara pemulung yang telah disebarakan pada 96 orang pemulung**

- A Meningkatkan ekonomi
- B Mempermudah usaha
- C Tidak punya lahan
- D Modal minim
- E Tidak punya kemampuan
- F Tidak mengerti

Dari hasil kuesioner I yang diperoleh, diketahui bahwa keinginan untuk meningkatkan taraf ekonomi para pemulung menempati peringkat pertama yaitu sebesar 36,458%.

Setelah diketahui keinginan para pemulung yang terbanyak (36,458%) adalah meningkatkan

taraf ekonomi, maka dilakukan lagi pembagian kuesioner untuk mengetahui dengan cara bagaimana keinginan para pemulung untuk meningkatkan taraf ekonomi mereka. Hal itu bisa dilihat pada Tabel2 di halaman berikut.

Tabel 2 Suara pengguna (96 orang) untuk meningkatkan taraf ekonominya (Jawaban Kuesioner)

Suara Pengguna untuk peningkatan taraf ekonominya																								
Q	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
A	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	A	a	a	a	a	A	a	a	a
B																								
1	a	a	a	a	a	a	b	a	a	a	b	a	a	a	a	A	a	b	a	a	B	a	a	a
2	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	A	a	a	a	a	A	a	a	a
3	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	A	a	a	a	a	A	a	a	a
4	b	b	b	b	b	a	b	b	b	b	b	b	b	b	b	B	b	b	b	b	B	b	b	b
5	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	A	a	a	a	a	A	a	a	a
6	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	A	a	a	a	a	A	a	a	a
7	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	a	a	a	A	a	b	b	a	A	a	a	a
8	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	x	a	a	a	A	a	x	x	a	B	a	a	a
9	a	a	a	a	a	b	a	a	a	a	a	x	a	a	a	A	a	x	x	a	A	a	a	a
10	a	a	a	a	a	x	a	a	a	a	a	x	a	a	a	A	a	x	x	a	A	a	a	a
11	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	a	x	x	x	X	x	a	b	x	X	x	x	x
12	a	a	a	a	b	b	b	a	a	a	b	a	b	b	b	A	a	a	a	a	A	a	a	b
13	a	a	a	a	b	b	a	a	a	a	b	a	b	b	a	A	a	a	a	b	b	a	a	a
14	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	A	a	b	a	a	a	a	b	a
15	c	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	c	a	a	b	A	a	c	a	a	a	a	c	b

Suara Pengguna untuk peningkatan taraf ekonominya																								
Q	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	
A	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	A	a	a	a	a	a	a	a	
B																								
1	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	a	A	a	b	a	a	a	a	a	
2	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	A	a	a	a	a	a	a	a	
3	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	A	a	a	a	a	a	a	a	
4	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	a	b	b	B	b	b	b	b	b	b	b	b	
5	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	A	a	a	a	a	a	a	a	
6	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	A	a	a	a	a	a	a	a	
7	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	A	a	a	b	a	a	a	a	
8	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	A	a	a	x	a	a	a	a	
9	b	a	a	a	a	b	a	a	a	a	a	b	a	a	A	a	a	x	a	a	a	a	a	
10	x	a	a	a	a	x	a	a	a	a	a	x	a	a	A	a	a	x	a	a	a	a	a	
11	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	x	x	a	x	x	x	x	

12	a	b	b	a	a	b	a	a	a	a	b	b	b	a	a	A	b	a	b	b	b	a	a
13	a	a	a	a	a	b	a	a	a	a	b	b	a	a	a	A	b	a	b	b	a	a	a
14	a	a	a	b	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a	a	A	a	a	a	a	a	a	a
15	a	a	a	a	a	c	c	a	a	a	a	a	a	a	a	A	a	c	a	a	b	a	a

**Suara Pengguna untuk peningkatan taraf ekonominya**

Q	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
A	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	A	a	a	a	a	a	a	a
B																							
1	b	a	a	b	a	a	a	a	a	b	a	a	a	a	a	A	a	a	a	b	a	a	a
2	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	A	a	a	a	a	a	a	a
3	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	A	a	a	a	a	a	a	a
4	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	B	b	b	a	b	b	b	b
5	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	A	a	a	a	a	a	a	a
6	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	A	a	a	a	a	a	a	a
7	b	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	A	a	a	a	a	a	a	a
8	x	x	a	b	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a	A	a	a	a	a	a	a	a
9	x	x	a	a	a	a	a	b	a	a	a	a	b	a	a	A	a	a	b	a	a	a	a
10	x	x	a	a	a	a	a	x	a	a	a	a	x	a	a	A	a	a	x	a	a	a	a
11	a	b	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x
12	a	a	a	a	a	a	b	a	b	b	a	a	b	a	a	A	a	b	b	b	a	a	a
13	a	a	b	b	a	a	a	a	a	a	a	a	b	a	a	A	a	b	b	a	a	a	a
14	b	a	a	a	a	b	a	a	a	a	b	a	a	b	a	A	a	a	a	a	a	a	a
15	c	a	a	a	a	c	b	a	a	a	a	a	c	c	a	A	a	a	a	a	a	a	a

**Suara Pengguna untuk peningkatan taraf ekonominya**

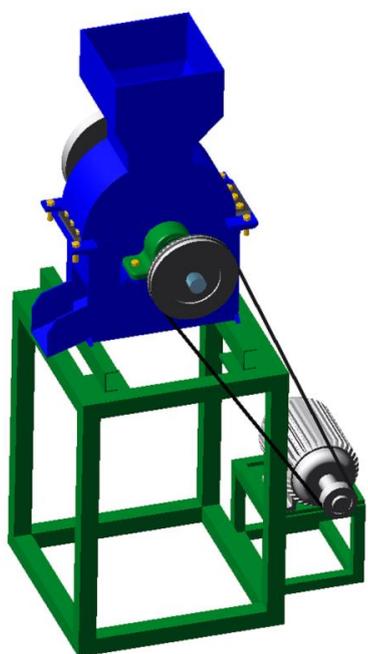
Q	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	90	91	92	93	94	95	96
A	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	A	a	a	a	a	a	a	a
B																							
1	b	a	a	a	a	a	a	b	a	a	b	a	a	a	a	A	b	a	a	a	a	a	a
2	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	A	a	a	a	a	a	a	a
3	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	A	a	a	a	a	a	a	a
4	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	B	b	b	b	b	b	b	b
5	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	A	a	a	a	a	a	a	a
6	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	A	a	a	a	a	a	a	a
7	a	b	a	a	a	a	a	b	b	a	a	a	a	a	a	A	a	a	a	a	a	a	a
8	a	x	a	a	a	a	a	x	x	a	b	a	a	a	b	A	a	a	a	a	a	a	a
9	a	x	a	a	a	a	a	x	x	a	a	a	a	a	b	A	a	a	a	b	a	a	a
10	a	x	a	a	a	a	a	x	x	a	a	a	a	a	x	A	a	a	a	x	a	a	a
11	x	a	x	x	x	x	x	a	b	x	x	x	x	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x
12	b	a	b	b	b	a	a	a	a	a	a	a	a	b	a	B	b	a	a	b	a	a	a

13	b	a	b	b	a	a	a	a	a	b	b	a	a	a	A	a	a	a	a	b	a	a	a
14	a	a	a	a	a	a	a	b	a	a	a	a	b	a	A	a	a	b	a	a	b	a	a
15	a	c	a	a	b	a	a	c	a	a	a	a	c	b	A	a	a	a	a	c	c	a	a

**Rekapitulasi kuesioner yang telah disebarakan pada pengguna/ pemulung (96 orang)**

Dari kuesioner yang telah terkumpul, diketahui bahwa para pemulung berkeinginan untuk mengolah limbah plastik guna mendapatkan nilai tambah dengan cara merajang limbah plastik khususnya bekas air minum kemasan menjadi plastik rajangan.

Adapun pengembangan unit pengolah limbah plastik yang diinginkan adalah terutama yang harganya terjangkau oleh mereka (dengan cara dicicil) dan bisa berpindah-pindah tempat (*mobile*). Desain unit pengolah limbah yang didapatkan seperti gambar di bawah ini:



Gambar 1 Unit pengolah limbah plastik 3D

**KESIMPULAN**

Simpulan atas pembahasan: yaitu bahwa rata-rata pemulung menginginkan adanya peningkatan taraf ekonomi mereka dengan cara memberikan nilai tambah atau *added value* pada limbah plastik. Kriteria *added value* untuk memanfaatkan limbah plastik pada penelitian ini adalah meningkatnya harga limbah plastik dari Rp 5.000,00 - Rp 6.000,00/kg menjadi Rp 10.000,00 - Rp 12.000,00/kg dalam bentuk rajangan. Desain pengembangan produk mesin perajang limbah plastik yang dikehendaki oleh pengguna/pemulung dari segi harga murah/ terjangkau sebesar 83,33% dan dari segi kapasitas sebesar

73,33%, adalah mesin dengan harga Rp 5.500.000,00 dan kapasitasnya 10 kg/jam, rekomendasi pengembangan produk alat yaitu mesin perajang limbah plastik dengan pisau potong yang terbuat dari baja karbon rendah (ST 37) sebagai pemegang pisau dan untuk mata pisaunya dari proses pengelasan listrik (SMAW) dengan elektroda DIN 8885, dengan jumlah pisau potong dinamis sebanyak 3 buah, serta pisau potong statis sebanyak 2 buah.

**SARAN**

Disarankan agar pemulung lebih banyak mengetahui alternatif-alternatif unit pengolah limbah plastik yang berkembang di pasaran, lebih meningkatkan hasil memulungnya (khususnya limbah plastik air minum kemasan), sehingga dengan bertambahnya waktu akan bisa lebih meningkatkan kapasitas unit pengolah limbah plastik yang nantinya bisa lebih menambah penghasilan mereka. Selain itu agar lebih banyak membentuk kelompok-kelompok pemulung dengan beberapa anggota guna menghadapi kemungkinan meningkatnya kapasitas unit pengolah limbah plastik yang bisa mereka miliki.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Amin, Rofikul, dan Salim, Ubud, “*Analisis Potensi Pasar Input Limbah Plastik di Kota Malang*”, Universitas Brawijaya, Malang., 2002
- [2] Cohen, Lou, “*Quality Function Deployment*”, How to Make QFD Work for You, Addison Wesley Publishing Company, Reading, MA. 41-50., 1995
- [3] Harsokoesoemo, Darmawan., “*Pengantar Perancangan Teknik*”, Institut Teknologi Bandung., Bandung., 1999
- [4] Jadli, M., Jalal, “*Function Analysis System Technique*”, Internet
- [5] Park, J., Richard, “*Value Engineering*”, St. Lucie Press., New York, 1999
- [6] Ullman, D.G., “*The Mechanical Design Process*”, McGraw-Hill, Inc., New York., 1992
- [7] Widjanarko, “*Analisa Pengembangan Produk Mesin Perajang Limbah Plastik dengan Metode Quality Function Deployment (QFD) dan Value Engineering (VE)*”, Tesis, Program Pasca Sarjana, Universitas Brawijaya, Malang, 2011

- [8] Widjanarko, “Pemilihan Pisau Potong Mesin Perajang Limbah Plastik dengan Metode *Quality Function Deployment* (QFD) dan *Value Engineering* (VE) sebagai Alternatif Peningkatan Taraf Hidup Pemulung”, *Jurnal Rotor* Edisi April 2015 Volume 8 Nomor 1
- [9] Widodo, Imam, Djati, “*Perencanaan dan Pengembangan Produk*”, UII Press, Yogyakarta., 2005
- [10] <http://mastermesin.wordpress.com>