

## PERANCANGAN MESIN PENGOLAH LIMBAH STYROFOAM

Tri Mulyanto<sup>1)</sup>, Supriyono<sup>2)</sup>, Widayaka Maulana Issa<sup>3)</sup>

<sup>1), 2)</sup> Dosen Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma

<sup>3)</sup> Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Univeritas Gunadarma

### ABSTRAK

Masyarakat banyak menggunakan styrofoam sebagai kemasan produk makanan dan barang elektronik. Setelah digunakan styrofoam dapat dimanfaatkan menjadi berbagai keperluan diantaranya seperti bahan dasar mainan anak, bahan kerajinan, dan bahan pembuatan lem atau perekat. Akan tetapi sebagian besar menjadi limbah yang dapat mencemarkan lingkungan. Limbah styrofoam dapat didaur ulang menjadi bahan baku produk styrofoam. Perancangan mesin pengolah limbah styrofoam ini menggunakan metode Pahl and Beitz yang dilakukan dengan empat tahapan yaitu perencanaan dan penjelasan, perancangan konsep, perancangan produk, dan perancangan detail. Mesin pengolah limbah styrofoam ini dirancang berdasarkan kebutuhan akan pengolahan limbah yang nantinya bisa digunakan oleh industri kecil guna meminimalisir adanya limbah styrofoam. Hasil rancangan mesin pengolah limbah styrofoam berdasarkan perhitungan didapat kapasitas 19526 kg/jam dengan putaran poros pencacah 550 rpm, putaran poros pembentuk 150 rpm dan daya 1 kW. Sistem transmisi menggunakan v-belt dengan panjang sabuk 1 adalah tipe A- 73 dengan L = 1854 mm dan sabuk 2 adalah tipe A- 78 dengan L = 1981 mm, pulley d<sub>2</sub> sebesar 550 mm d<sub>3</sub> 145mm, pasak dengan ukuran 6 mm x 6 mm, jenis bantalan (bearing) bernomor 6204, dan pada poros pencacah dan pembentuk menggunakan bahan SC35C dengan diameter masing-masing 20mm.

**Kata kunci :** Perancangan mesin, Limbah styrofoam, Metode Pahl and Beitz.

### 1. PENDAHULUAN.

Pengembangan teknologi pada dasarnya bertujuan untuk menjawab kebutuhan akan sesuatu yang bermanfaat untuk masyarakat, baik yang telah ada maupun yang akan dirancang. Upaya pengembangan teknologi yang efektif, pertama-tama harus didasarkan pada permintaan pasar, baik yang telah ada atau yang mulai diperlukan oleh pasar. Kemampuan itu harus dilengkapi dengan kemampuan menerjemahkan perkembangan kebutuhan pasar tersebut dengan kemampuan untuk menggagas spektrum teknologi bagaimana yang dapat menanggapi kebutuhan yang diamati tersebut.

Akan tetapi tingkat keberhasilannya masih ditentukan oleh ketepatan

teknologi yang dihasilkan. Tingkat keberhasilan akan lebih tinggi bila unsur ketepatan dapat dipenuhi. Istilah ketepatan merupakan istilah yang samar-samar pengertiannya, kalau tidak diikuti dengan pernyataan ketepatan terhadap apa yang terakhir ini sangat kontekstual, tergantung dari lingkungan masyarakat tempat teknologi tersebut akan difungsikan.

Manusia tidak menyadari bahwa setiap hari pasti menghasilkan sampah, baik sampah organik maupun sampah anorganik. Sampah organik merupakan sampah yang dapat diurai oleh alam. Sedangkan sampah anorganik merupakan sampah yang sulit terurai atau bahkan tidak dapat diuraikan oleh alam. Sampah anorganik sudah menjadi

bagian dari masyarakat. Contohnya adalah *styrofoam*, plastik, PVC, dan lain-lain.

*Styrofoam* banyak digunakan masyarakat sebagai pembungkus makanan dan sebagai bahan pengganjal pada kemasan atau pengepakan barang-barang elektronik. Setelah digunakan *styrofoam* dibuang begitu saja, sehingga mengakibatkan penumpukan limbah *styrofoam*. Pada dasarnya sifat *styrofoam* adalah kaku, ringan dan tidak berbau sehingga banyak digunakan oleh masyarakat. Pemakaian *styrofoam* yang hanya sekali membuat daur hidup *styrofoam* berumur pendek. Selain itu pengrajin yang mengolah *styrofoam* menjadi produk masih sedikit.

Beberapa orang yang telah memanfaatkan limbah *styrofoam* tersebut membuatnya menjadi berbagai keperluan diantaranya seperti bahan dasar mainan anak, bahan kerajinan, dan bahan pembuatan lem atau perekat. Kebanyakan pembuatan lem hanya digunakan untuk keperluan menambal karpet, vinyl atau atap yang bocor, perlengkapan rumah tangga yang rusak atau menggunakannya sebagai perekat. Belum banyaknya pengolahan limbah *styrofoam* menjadikan salah satu penyebab dilakukan penelitian ini. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang perancangan mesin pengolah Styrofoam dan tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Merancang mesin pengolah limbah styrofoam dengan memodifikasi metode Pahl and Beitz.
2. Merancang sebuah mesin pengolah limbah styrofoam untuk industri kecil .
3. Merancang komponen mesin yang digunakan dalam mesin pengolah limbah styrofoam

## 2. METODOLOGI PENELITIAN.

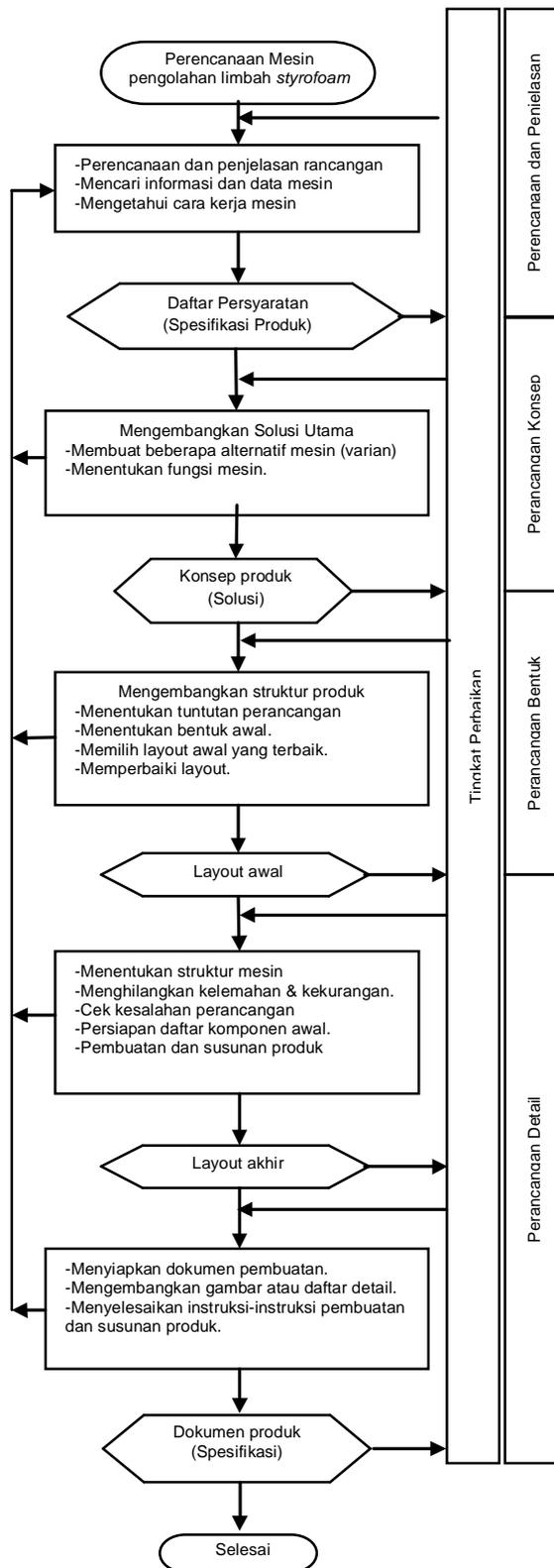
Perancangan merupakan suatu proses dari suatu rangkaian kegiatan dalam pembuatan produk. Pembuatan produk

sangat diperlukan suatu gambaran yang digunakan untuk dasar-dasar dalam melangkah atau bekerja. gambaran ini dapat disajikan dalam bentuk diagram alir sebagai metode dalam peren-canaan dan perancangan.

Untuk mempermudah jalannya perancangan pembuatan mesin pengolahan limbah styrofoam penulis menggunakan metode perancangan Pahl dan Beitz. Cara merancang Pahl dan Beitz tersebut terdiri dari 4 fase yang masing-masing terdiri dari beberapa langkah, ke-empat fase tersebut adalah :

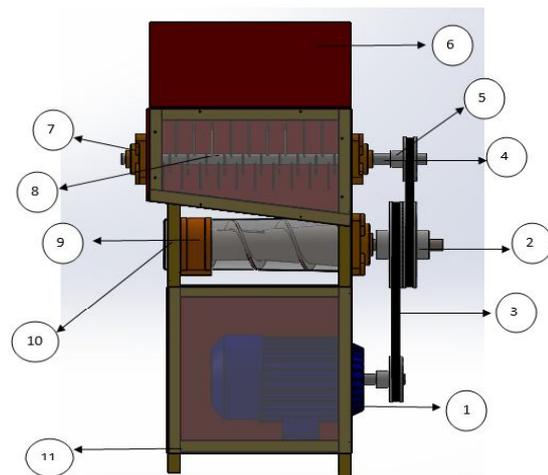
1. Perencanaan dan penjelasan (*Planning*)
2. Perancangan konsep produk (*Conceptual Design*)
3. Perancangan bentuk produk (*embodiment Design*)
4. Perancangan detail (*Detail Design*)

Untuk mempermudah perancangan dan pembuatan mesin pengolahan limbah styrofoam penulis menggunakan literatur yang disusun oleh G.Pahl dan Wolfgang Beitz dengan judul "Engineering Design" dengan memodifikasi metode perancangan. Secara umum gambaran perancangan disusun dalam beberapa tahap, seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir perancangan (modifikasi dari metode perancangan Pahl and Beitz).

Perancangan detail merupakan hasil keputusan perencanaan berdasarkan beberapa tahapan sebelumnya. Pada fase ini, ditetapkan susunan komponen, bentuk, dimensi, kehalusan permukaan dan material dari setiap komponen. Demikian juga kemungkinan cara pembuatan sudah dianalisa dan perkiraan biaya sudah dihitung. Luaran atau hasil akhir dari tahapan ini adalah gambar rancangan lengkap dan spesifikasi produk untuk pembuatan yang biasa disebut dokumen pembuatan produk.



Gambar 2. Layout akhir Mesin Pengolah Limbah Styrofoam

Keterangan :

- |                      |                   |
|----------------------|-------------------|
| 1. Motor Listrik     | 7. Rumah bearing  |
| 2. Pulley Poros ulir | 8. Pisau pencacah |
| 3. V-beltr           | 9. Baut heater    |
| 4. Poros             | 10. Poros ulir    |
| 5. Pully             | 11. Body          |
| 6. Hopper            |                   |
| 7. Base Bearing      |                   |

Harapannya alat/mesin dapat beroperasi sesuai dengan keinginan dan biaya

pembuatan yang ekonomis. Spesifikasi mesin sangat mutlak diperlukan sebagai gambaran sebuah produk yang akan dibuat. Gambaran tentang tuntutan perancangan mesin pengolahan limbah styrofoam yang diharapkan seperti pada Tabel 1 adalah sebagai berikut :

1. Keharusan (*Demands*) disingkat D, merupakan syarat mutlak yang harus dimiliki alat/mesin, jika tidak terpenuhi maka mesin dapat tidak diterima.
2. Keinginan (*Wishes*) disingkat W, merupakan syarat yang masih bisa dipertimbangkan keberadaannya, agar jika mungkin dapat dipenuhi oleh produk yang dibuat.

**Tabel 1.** Tuntutan perancangan mesin pengolahan limbah styrofoam

No	Tuntutan Perencanaan	Persyaratan	Tingkat Kebutuhan
1	Kinematika	a. Mekanismenya mudah beroperasi	D
		b. Menggunakan sistem transmisi	D
		c. Arah putaran searah jarum jam	D
2	Material	a. Mudah didapat dan murah harganya	D
		b. Mempunyai sifat mekanis yang baik	D
		c. Sesuai standar umum	D
		d. Usia pemakaian yang panjang	D
3	Geometri	a. Panjang $\pm 610$ mm	D
		b. Lebar $\pm 200$ mm	D
		c. Tinggi $\pm 750$ mm	D
4	Energi	a. Sumber energi menggunakan	W

No	Tuntutan Perencanaan	Persyaratan	Tingkat Kebutuhan
		motor listrik	
5	Ergonomi	a. Sesuai dengan kebutuhan	D
		b. Tidak bising	W
		c. Mudah dioperasikan	D
6	Sinyal	a. Mengukur kecepatan motor	W
		b. Petunjuk pengoperasian mudah dimengerti	D
7	Keselamatan	a. Kontruksi harus kokoh	D
		b. Bagian yang berbahaya ditutup	D
8	Produksi	a. Dapat diproduksi oleh industri kecil	W
		b. Suku cadang murah dan mudah didapat	D
		c. Biaya produksi relatif murah	W
9	Perawatan	a. Biaya perawatan murah	D
		b. Perawatan mudah dilakukan	D
		c. Perawatan secara berkala	D
10	Transportasi	a. Mudah dipindahkan	D
		b. Tidak perlu alat khusus untuk memindahkan	W

### 3. PEMBAHASAN DAN HASIL.

Dalam perancangan dapat diambil beberapa data yang merupakan asumsi dari perancang. Pada perancangan mesin pengolah limbah styrofoam asumsi yang dibuat adalah :

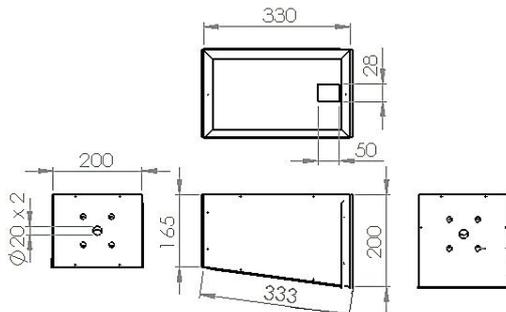
1. Styrofoam berbentuk lembaran dengan ukuran maksimal yang dapat

diproses adalah 330 mm x 160 mm x 1000 mm

2. Pisau pencacah memiliki diameter 160 mm
3. Rumah pencacah memiliki dimensi 330 mm x 200 mm x 165 mm
4. Putaran poros pisau pencacah 550 rpm
5. Poros pembentuk memiliki diameter 90 mm dan panjang 300 mm

**Dimensi Kotak Pencacah**

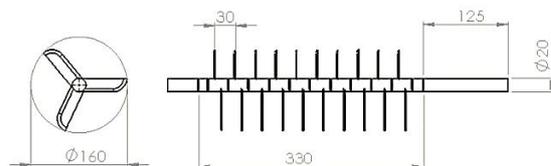
Dari asumsi diatas, maka direncanakan dimensi rumah pencacah 330 x 200 x 165 mm dan gambar 3 adalah rancangan kotak tersebut.



Gambar 3. Dimensi kotak pencacah

**Dimensi Pisau Pencacah**

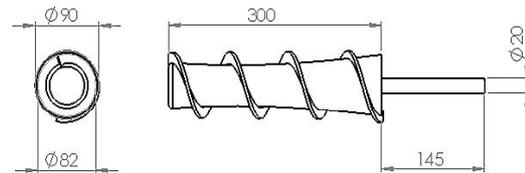
Dari asumsi maka dapat direncanakan diameter pisau pencacah diameter 160 mm dengan gambar 4 merupakan gambar rancangan pisau pencacah. Pisau pencacah direncanakan tunggal dengan jumlah mata pisau 3 baris dengan jumlah perbaris 11 mata pisau sehingga total keseluruhan mata pisau yaitu 33 mata pisau.



Gambar 4. Pisau Pencacah

**Perencanaan Poros ulir.**

Poros pembentuk direncanakan mempunyai panjang 300 mm, dengan diameter 90 mm yang disesuaikan dengan material yang tersedia dipasar. Adapun rancangan poros seperti pada gambar 5 berikut :



Gambar 5. Poros ulir

Ruang pembentuk direncanakan berbentuk kerucut dengan ukuran disesuaikan dengan dimensi mesin. Ruang pembentuk merupakan wadah atau ruang dari poros ulir, sehingga direncanakan diameter 50,8 mm dan panjang 300 mm.

**Kapasitas Unit Pencacah**

Perencanaan awal mesin pengolah limbah styrofoam direncanakan sebagai berikut :

Luas pemakanan :

$$\begin{aligned}
 A &= 2 \times L_{mp} \\
 &= 2 \times 80 \\
 &= 160 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Keterangan :

- A = luas pemakanan
- $L_{mp}$  = panjang mata pisau

Massa jenis styrofoam 0.05 gr/cm<sup>2</sup>. Kecepatan potong plastik dengan mata pisau HSS sebesar 36 m/min. Direncanakan putaran poros pisau pencacah sebesar 550 rpm. Maka dapat kecepatan makan sebagai berikut :

Kecepatan makan →

$$\begin{aligned}
 S &= S_z \cdot z \cdot n \\
 &= 0.245 \cdot 11 \cdot 550 \\
 &= 1482.25
 \end{aligned}$$

Keterangan :

$S_z$  = gerak makan/pisau (0.245 mm/pisau)

$z$  = mata pisau dalam satu baris (11 mata pisau)

$n$  = kecepatan putaran poros (550 rpm)

Dari perhitungan diatas maka dapat dihitung kapasitas mesin dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q &= P \times A \times S \\ &= 50 \text{ kg/m}^3 \times 160 \text{ mm}^2 \times 1482.25 \\ \text{mm/min} & \\ &= 1.1858 \text{ kg/min} \\ &= 71.148 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

### Perhitungan Poros.

Menghitung momen puntir (momen torsi rencana) yang dialami poros, momen puntir rencana adalah besarnya momen puntir yang dikerjakan pada poros. Jika diameter poros ditentukan 20 mm maka momen puntir (disebut juga sebagai momen rencana) adalah  $T$  (kg.mm), maka :

$$d_s = \left[ \frac{5.1}{\tau_\alpha} K_t \cdot C_b \cdot T \right]^{1/3}$$

Keterangan :

$d_s$  = Diameter poros (20 mm)

$\tau_\alpha$  = Tegangan geser diizinkan ( $\text{kg/mm}^2$ )

$K_t$  = Faktor koreksi moment puntir (1,5)

$C_b$  = Faktor lenturan (2.2)

Maka :

$$d_s = \left[ \frac{5.1}{\tau_\alpha} K_t \cdot C_b \cdot T \right]^{1/3}$$

$$d_s = \left[ \frac{5.1}{2.88} 1.5 \times 2.2 \times T \right]^{1/3}$$

$$d_s = [5.84 \times T]^{1/3}$$

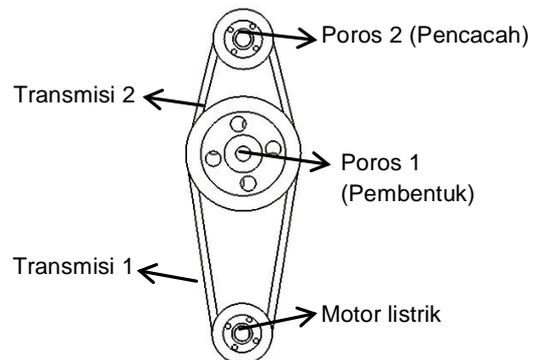
$$T = \frac{8000}{5.84}$$

$$= 1369.86 \text{ kg.mm}$$

### Perencanaan Daya Motor

Mesin pengolah limbah *styrofoam* bekerja dengan cara melakukan gerak putar pada poros yang digerakan oleh motor listrik. Putaran dari motor listrik diteruskan oleh bantuan puli dan *v-belt* kemudian ke poros. Pada mesin pengolah limbah *styrofoam* ini terdapat dua buah poros, yaitu :

1. Poros 1 yaitu poros unit pembentuk dengan diameter 20 mm yang berfungsi untuk menggerakan poros unit pembentuk.
2. Poros 2 yaitu poros pisau pencacah dengan diameter 20 mm yang berfungsi untuk menggerakan pisau pencacah.



Gambar 6. Transmisi daya mesin pengolah limbah styrofoam

### Daya Poros 1

Menghitung daya poros satu dimana kecepatan putaran pada poros ulir ( $n1$ ) direncanakan 466 rpm dan torsi ( $T$ ) 1369.86 kg.mm. Maka putaran daya poros satu ( $P_{d1}$ ) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_{d1} &= \frac{\left(\frac{T}{1000}\right) \left(\frac{2\pi n1}{60}\right)}{102} \\ &= \frac{\left(\frac{1369.86}{1000}\right) \left(\frac{2\pi \cdot 150}{60}\right)}{102} \\ &= \frac{(1.36)(15.7)}{102} \\ &= 0.20 \text{ kW} \end{aligned}$$

Keterangan :

$$P_d = \text{Putaran daya (W)}$$

$T$  = Torsi (kg.mm)  
 $n$  = Kecepatan putaran poros (150 rpm)

### Daya Poros 2

Menghitung daya poros dua dimana kecepatan putaran pada poros pencacah ( $n_2$ ) direncanakan 550 rpm dan torsi ( $T$ ) 1 369.86 kg.mm. Maka putaran daya poros satu ( $P_{d2}$ ) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_{d2} &= \frac{\left(\frac{T}{1000}\right)\left(\frac{2\pi n_2}{60}\right)}{102} \\ &= \frac{\left(\frac{1369.86}{1000}\right)\left(\frac{2\pi \cdot 550}{60}\right)}{102} \\ &= \frac{(1.36)(57.5)}{102} \\ &= 0.76 \text{ kW} \end{aligned}$$

### Total Daya Motor

Dari perhitungan daya poros didapatkan hasil dari daya poros satu ( $P_{d1}$ ) yaitu 0.20 kW dan daya poros dua ( $P_{d2}$ ) didapatkan hasil sebesar 0.76 kW. Maka daya motor ( $P$ ) yang dibutuhkan yaitu sebesar :

$$P = P_{d1} + P_{d2}$$

Keterangan :

$P$  = Daya motor (kW)

$P_{d1}$  = Putaran daya poros 1 (kW)

$P_{d2}$  = putaran daya poros 2 (kW)

Maka :

$$\begin{aligned} P &= P_{d1} + P_{d2} \\ &= 0.20 + 0.76 \\ &= 0.96 \text{ kW} \end{aligned}$$

Sesuai motor yang tersedia dipasaran, maka digunakan daya motor sebesar 1 kW.

### Perencanaan Bantalan Poros Pembentuk.

Pada mesin pengolah limbah styrofoam terjadi gesekan gelinding antara poros yang berputar dengan elemen yang diam dalam hal ini bola (peluru) di sebuah bantalan. Berdasarkan diameter poros yang

digunakan, nomor bantalan yang digunakan adalah 6204 karena kapasitas nominal spesifik berpengaruh pada umur bantalan. Jenis bantalan adalah Bantalan bola radial alur baris tunggal.

### Perencanaan Bantalan Pencacah

Pada mesin pengolah limbah styrofoam terjadi gesekan gelinding antara poros pencacah yang berputar dengan elemen yang diam dalam hal ini bola (peluru) pada sebuah bantalan. Karena hal tersebutlah perancang merencana-kan bantalan yang digunakan adalah jenis bantalan bola. Nomor bantalan yang digunakan adalah 6204 karena kapasitas nominal spesifik berpengaruh pada umur bantalan.

### 4. SIMPULAN.

Berdasarkan hasil perancangan mesin pengolah limbah *styrofoam* maka dapat disusun kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode yang digunakan dalam perancangan yaitu *pahl and beitz* dilakukan dengan empat tahapan yaitu perencanaan dan penjelasan, perancangan konsep, perncangan produk, dan perancangan detail. Perancangan yang dipilih yaitu varian ke 3 dengan nilai 7,44 karena memiliki nilai terbaik di dibandingkan varian 1 dengan nilai 7,02 dan varian 2 dengan nilai 7,16.
2. Hasil rancangan mesin pengolah limbah *styrofoam* dari perhitungan diperoleh kapasitas 71.148 kg/jam dengan daya 0.1 kW.
3. Komponen mesin yang digunakan yaitu poros jenis SC35C dengan diameter masing-masing 20 mm. Sistem transmisi menggunakan v-belt dengan panjang sabuk 1 adalah tipe A- 73 dengan L = 1854 mm dan sabuk 2 adalah tipe A- 78 dengan L = 1981 mm

, pulley  $d_2$  sebesar 550 mm  $d_3$  145mm, pasak dengan ukuran 6 mm x 6 mm, jenis bantalan (*bearing*) bernomor 6204.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aditia, 2012, *Mesin Penghancur Plastik*, Tugas Akhir, Teknik Mesin, Universitas Gunadarma, Jakarta.
- Crishtoper, 2012, *Mesin Penghancur Styrofoam*, Tugas Akhir, Teknik Mesin, Universitas Gunadarma, Jakarta.
- Iskandar, Dadang, 2013, *Perancangan Mesin Pellet Sizer*, Tugas Akhir, Teknik Mesin, Universitas Gunadarma, Jakarta.
- Khurmi, R.S and J.K. Gupta, 1984, *A Text book of machine design*, Eurasia Publishing House pvt (Ltd) Ram, Nagar, New Delhi.
- Pahl, G. and W Beitz., 1996. *Engineering Design, Second Edition*, Springer. Verlag-London
- Saptono, Rahmat, 2006, *Prinsip-prinsip desain Rekayasa*, penerbit Erlangga, Jakarta.
- Sularso dan Kiyokatsu Suga. 1978, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Pradnya Paramita, Jakarta.