

DESAIN MESIN PAKAN IKAN AIR TAWAR DARI AMPAS TAHU UNTUK INDUSTRI KECIL MENENGAH

Wina Libyawati, Bambang Sulaksono, Megara Munandar, Febriatno, Dedik RS
Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pancasila
Alumni mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pancasila
Jl. Srengseng Sawah, Jagakarsa, Jakarta 12640

ABSTRACT

Tofu demand in Indonesia is largely supplied by Small and Medium Enterprises(SMEs). Tofu SMEs have not applied waste treatment management for their manufacturing process. High investment for waste treatment technology and limited production area in the factory, are causing low awareness in term of waste treatment management. Tofu waste is consists of solid and liquid form. Whey is tofu solid waste. Whey used as main ingredient for fish pellet, as it has high nutrition content. Whey must undergo milling, dough making, drying, and pelletize, in order to be used as fish pellet. Advance technology to transform whey in to fish pellet has been widely used in the market, yet the price is out of SMEs investment level. Simple pelletize machine also widely used with affordable pricing but the function only to pelletize. Hence to that, an opportunity opens to design fish pellet machine for tofu SMEs. Product design and development by Ulrich & Eppinger applied to produce comprehensive design. The research outcome is a design of fish pellet machine. The machine specifications are: 10 kg/hour capacity, dimension 980 x 690 x 955 mm, milling force 222.59 N, cutting force 0,069 N, 1 cm pellet size with 6 mm diameter, and estimated manufacturing and assembly cost less than Rp.3.000.000,-.

Keywords: *Whey, fish pellet, waste treatment technology, tofu industry*

I. PENDAHULUAN

Proses produksi tahu selain menghasilkan tahu yang lezat juga memiliki dampak negatif berupa limbah cair dan padat. Proses produksi tahu secara tradisional untuk pengolahan kedelai bermassa 60 kg memerlukan air 2.700 kg dengan keluaran tahu bermassa 80 kg, ampas tahu 70 kg dan air dadih bermassa 2.610 kg. Usaha kecil Menengah (UKM) di wilayah Bandung rata-rata membuat tahu dari 200 kg kedelai per hari dengan keluaran limbah cair 5.000 liter per hari[1]. Ampas tahu merupakan hasil pengolahan proses pembuatan tahu kedelai yang berbentuk padat dan diperoleh dari bubut kedelai yang diperas [2]. Kandungan gizi dalam 100 gram ampas tahu masih relatif tinggi yaitu karbohidrat(35 gram), protein(5 gram), dan lemak(12 gram), sehingga dapat langsung dipergunakan untuk pakan ternak. Kelemahan dari ampas tahu adalah mudah busuk karena bersifat basah

dan asam [3]. Tahapan pengolahan ampas tahu menjadi pakan ikan terdiri dari proses pencampuran bahan dasar pakan ikan, pembuatan adonan, pengeringan, dan pencetakan [4]. Teknologi pembuat pelet ikan terbagi ke dalam 2(dua)kelompok yaitu teknologi pembuat pelet ikan berbasis teknologi tinggi dan teknologi pembuat pelet ikan sederhana. Teknologi tinggi pembuat pelet ikan memiliki kemampuan untuk membuat pelet melalui keseluruhan tahap pelet secara otomatis, akan tetapi teknologi ini memiliki nilai investasi tinggi. Teknologi sederhana untuk membuat pelet memiliki nilai investasi rendah, akan tetapi memiliki fungsi terbatas.

Kemampuan investasi industri kecil menengah tahu di Indonesia telah diteliti berdasarkan komponen produksi dan perolehan keuntungan per bulan di daerah Banda Aceh. Usaha

tahu di Banda Aceh terbagi ke dalam 3(tiga) kelompok yaitu kecil, sedang, dan besar. Usaha skala kecil memiliki kemampuan mengolah kedelai kurang dari 250 kg. Usaha skala menengah memiliki kemampuan mengolah kedelai diantara 251-350 kg. Usaha besar memiliki kemampuan mengolah kedelai di atas 350 kg. Komponen biaya terdiri dari biaya bahan dasar, biaya bahan penolong, biaya bahan bakar, tenaga kerja, biaya transportasi, biaya pemasaran dan lain-lain. Peralatan yang dipergunakan adalah peralatan dasar dan bersifat konvensional. Keuntungan yang diperoleh skala usaha kecil per bulan adalah Rp. 13.468.000,-. Keuntungan yang diperoleh skala usaha menengah per bulan adalah Rp. 19.088.000,-. Keuntungan yang diperoleh skala usaha besar per bulan adalah Rp. 27.689.400,- [5].

Perwujudan desain dilakukan dengan menerapkan tahapan perancangan dan pengembangan produk untuk menghasilkan desain produk yang handal dan *Design for Manufacturing and Assembly (DFMA)*. Tahapan perancangan dan pengembangan produk terdiri dari 5(lima) fase yaitu: fase perencanaan, fase pengembangan konsep, fase perancangan tingkatan sistem, perancangan rinci, pengujian dan perbaikan, persiapan peluncuran produk[6,7].

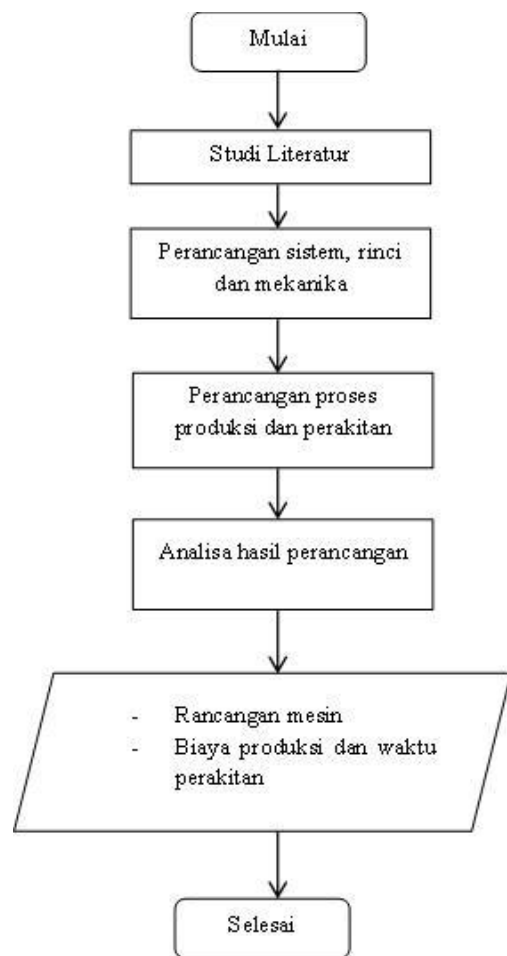
Penerapan tahapan perancangan dan pengembangan produk oleh Ulrich dan Eppinger, yang tergolong ke dalam *concurrent design*, untuk mendesain mesin memerlukan pertimbangan rinci terkait dengan kekuatan elemen mesin yang akan dipergunakan pada mesin tersebut.

Tujuan penelitian ini adalah desain mesin pembuat pakan ikan air tawar dari ampas tahu untuk industri kecil menengah.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan kegiatan penelitian terangkum dalam Gambar 1. Kegiatan penelitian terdiri dari 3(tiga) tahap yaitu: (1) penelusuran perkembangan teknologi pakan ikan(studi literatur); (2) perancangan sistem, rinci, dan

mekanika mesin; (3) perancangan proses produksi dan perakitan; (4) analisa hasil perancangan.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

Studi literatur adalah tahap penelusuran perkembangan teknologi pembuat pakan ikan, termasuk di dalamnya adalah proses produksi tahu, penggunaan ampas tahu sebagai pakan ikan, dan industri tahu. Keluaran dari tahap studi literatur adalah peluang pasar. Perancangan sistem, rinci dan mekanika adalah kegiatan perancangan mesin untuk memperoleh konsep, arsitektur produk, gambar teknik, dan spesifikasi mesin. Perancangan sistem, rinci dan mekanika mengacu kepada perancangan dan pengembangan produk oleh Ulrich&Eppinger. Perancangan proses produksi dan perakitan adalah kegiatan perancangan untuk memperoleh estimasi waktu dan biaya proses produksi serta perakitan.

Perancangan proses produksi dan perakitan mengacu kepada DFMA.

III. PERANCANGAN MESIN PEMBUAT PAKAN IKAN AIR TAWAR DARI AMPAS TAHU

3.1 Studi Literatur

Mesin pembuat pakan ikan air tawar dari ampas tahu untuk industri kecil dan menengah telah dipasarkan seperti terangkum pada Tabel 1.

Tabel 1 Karakteristik beberapa mesin pelet

No.	Uraian	Fungsi	Kapasitas	Harga (Rp-000000)
1	Mesin cetak pelet (mini)	Pencetak	30 kg/jam	3
2	Mesin cetak pelet	Pencetak dengan 3 jenis cetakan	50 kg/jam	3-4,5
3	Mesin pelet ikan	Pencetak	20-30 kg/jam	1-2
4	Mesin kombinasi	Pengaduk dan pencetak	100-200 kg/jam	5-6

Tabel 1 menunjukkan peluang mesin pembuat pakan ikan air tawar dari ampas tahu yang memiliki fungsi pengaduk, pembuat adonan, pemanas, dan pencetak dengan harga di bawah Rp. 7.000.000,-, memungkinkan untuk diwujudkan dan di pasarkan, karena mesin lain memiliki keterbatasan fungsi. Harga tersebut terjangkau oleh industri kecil menengah dengan asumsi industri kecil memiliki keuntungan kotor per bulan sebesar Rp. 13.468.000,-.

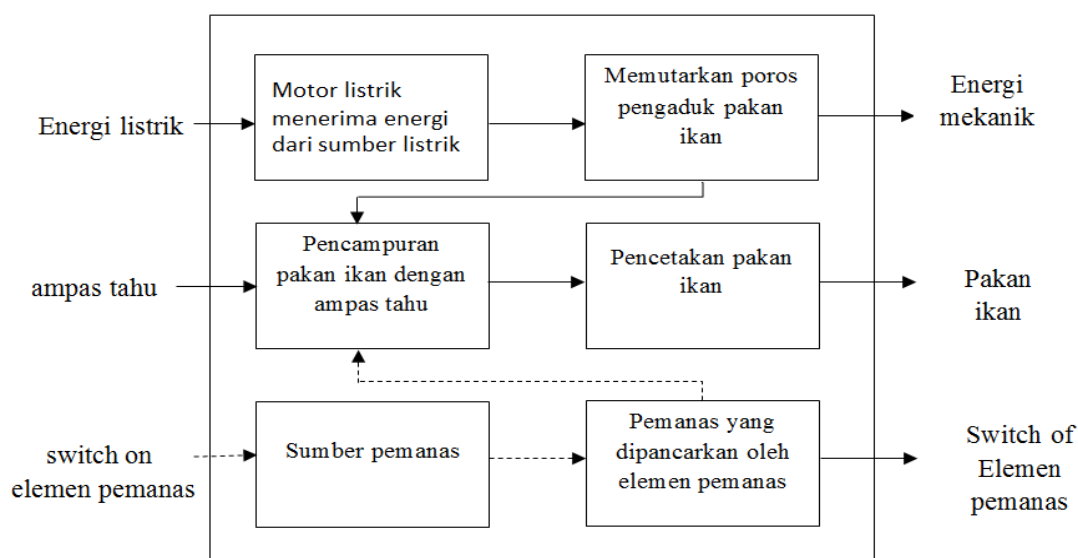
3.2 Perancangan Sistem, Rinci, dan Mekanika Mesin

Tahap perencanaan sistem, rinci dan mekanika mesin dilatarbelakangi oleh kegiatan perencanaan dan pengembangan konsep. Kegiatan perencanaan dan pengembangan konsep didukung oleh pembuatan kuesioner untuk memperoleh parameter penting bagi mesin pembuat pakan ikan. Metrik spesifikasi mesin pada Tabel 2 menunjukkan parameter penting bagi mesin yaitu dimensi alat, kemudahan operasi, perawatan alat, umur komponen, material komponen, keamanan bagi operator, kekuatan rangka, kapasitas alat pencetak pakan ikan, daya motor, stabilitas suhu pada bodi pengaduk, kemampuan poros untuk mengaduk, daya pemanasan, ukuran pakan, kecepatan mencetak, dan ukuran cetakan. Parameter kekuatan rangka, kemampuan mengaduk, dan daya pemanasan dianggap sebagai parameter dengan tingkat kepentingan tertinggi. Hasil tingkat kepentingan dari masing-masing parameter menunjukkan terdapat 4(empat) fungsi utama yang harus dimiliki oleh mesin pembuat pakan ikan, yaitu pembuat adonan, pengering, pencetak dan pemotong. Keseluruhan fungsi terangkum pada diagram aliran sub-fungsi (Gambar 2). Penerapan keseluruhan fungsi menghasilkan kombinasi konsep seperti pada Tabel 3.

Tabel 2 Metrik Spesifikasi Mesin Pmebuat Pakan Ikan Air Tawar

No	Kebutuhan	Metrik	Kepentingan	Satuan	Nilai Marginal	Nilai Ideal
1	1	Dimensi alat	3	Mm	980 x 750 x 995	750 x 550 x 890
2	2	Mudah dioperasikan	3	Subj	-	-
3	3,4	Perawatan alat	4	Periode (bln)	5	3
4	5	Umur komponen	3	Thn	1	3
5	5	Material komponen	3	Subj	-	-
6	6	Keamanan operator	3	Subj	-	-
7	7	Kekuatan rangka	5	N	150	240
8	8	Kapasitas alat pencetak pakan ikan	4	Kg/jam	5	10
9	8	Daya motor	4	Hp	0,25	1

10	9	Stabilitas suhu pada body pengaduk	4	°C	100	50
11	10	Kemampuan poros dan bearing terhadap pengaduk	5	kg.mm	2500	2000
12	11	Daya panaselemen pemanas	5	Watt	550	300
13	12	Ukuran pakan ikan	4	Mm	10	6
14	12	Kecepatan screw roll mencetak pakan ikan	4	m/s	50	20
15	13	Pencetak adonan pakan ikan	3	Mm	200	150

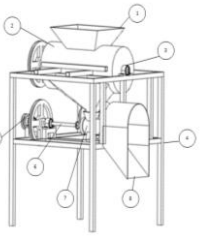
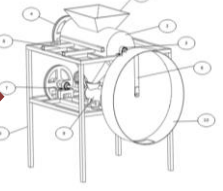



Gambar 2. Diagram Aliran Sub-Fungsi

Penerapan alternatif komponen utama untuk mesin pembuat pakan ikan air tawar pada Tabel 3 menghasilkan 3(tiga) kombinasi konsep. Kombinasi konsep 1 adalah konsep alat pembuat pakan ikan berbahan dasar ampas tahu yang dapat membuat adonan, mengeringkan pellet basah dengan bantuan elemen pemanas yang dipasang pada body pengaduk, mencetak, dan memotong pellet. Kombinasi konsep 2 adalah konsep alat pembuat pakan ikan berbahan dasar ampas tahu berasal dari adonan kering yang telah dibuat terlebih dahulu untuk kemudian dicetak setelah ditambahkan air. Penambahan air dilakukan oleh pompa. Kombinasi konsep 3 adalah konsep alat

pembuat pakan ikan air tawar yang hanya berfungsi sebagai pencetak dari adonan yang telah dibuat terlebih dahulu. Selanjutnya ke tiga kombinasi konsep diseleksi melalui penyaringan konsep, penilaian konsep, dan pengujian konsep. Penyaringan konsep dilakukan melalui pembuatan matrik seleksi konsep berdasarkan kemudahan pengoperasian, kemudahan perawatan, keamanan bagi pengguna, dan ketahanan terhadap panas. Responden untuk proses penyaringan konsep adalah peternak ikan dan pengusaha tahu. Hasil responden menunjukkan kombinasi konsep 1 sebagai unggulan karena memiliki keseluruhan fungsi

Tabel 3. Kombinasi konsep mesin pembuat pakan ikan air tawar

Proses pembuatan adonan	Proses pemanasan	Proses pencetakan	Konsep Desain	Material In put	Proses pencampuran	Proses pencetakan
Pencampuran dengan pengaduk	Konveksi paksa dengan elemen pemanas	Pencetakan dengan mould dan pemotongan dengan pisau		Amplas tahu	Body pengaduk	Screw roll
Penambahan air pada adonan kering dengan bantuan pompa				Tepung ikan, Dedak halus, Tepung sagu	Proses pemanasan	Tempat pengeluaran
Manual		Pencetakan dengan penggiling daging		Motor listrik	Proses pemotongan	

Detail of Gambar 3. Skema chunk mesin pembuat pakan ikan air tawar:

- Chunk 1:** Corong pemasukan; 2. screw roll; 3. pillow block; 4. pulley; 5. kerangka; 6. pisau pemotong; 7. poros; 8. pompa air; 9. screw roll; 10. corong pengeluaran.
- Chunk 2:** 1. Corong pemasukan; 2. screw roll; 3. pillow block; 4. pulley; 5. kerangka; 6. pisau pemotong; 7. poros; 8. pompa air; 9. screw roll; 10. corong pengeluaran.
- Chunk 3:** 1. Corong pemasukan; 2. screw roll; 3. pillow block; 4. pulley; 5. kerangka; 6. pisau pemotong; 7. poros; 8. pompa air; 9. screw roll; 10. corong pengeluaran.

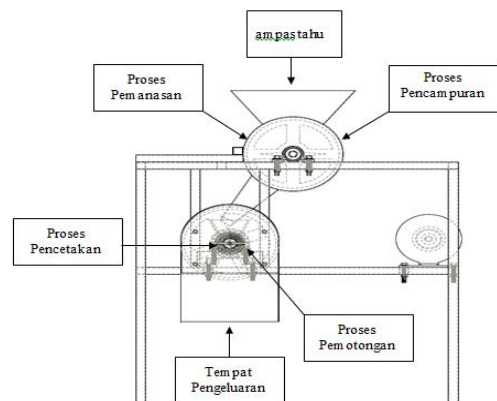
Keterangan:

- Blue arrow: Kombinasi konsep 1
- Red arrow: Kombinasi konsep 2
- Purple arrow: Kombinasi konsep 3

Perancangan tingkat sistem untuk mesin pembuat pakan ikan air tawar dilakukan dengan membuat arsitektur produk dan desain industri. Arsitektur produk merupakan skema fungsional dari beberapa kumpulan komponen (*chunk*) yang dipergunakan pada mesin. Skema *chunk* untuk mesin pembuat pakan ikan air tawar dibuat berdasarkan fungsi-fungsi yang terdapat pada Gambar 3.

Gambar 3. Skema chunk mesin pembuat pakan ikan air tawar

Desain industri mesin pembuat pakan ikan air tawar dibuat berdasarkan aspek ergonomis dan estetika. Rincian tingkat kepentingan masing-masing aspek dituangkan pada tabel tingkat kepentingan industri. Hasil desain industri menunjukkan aspek ergonomis merupakan faktor kritis. Aspek ergonomis terpenting bagi perwujudan mesin pembuat pakan ikan air tawar adalah ukuran pelet. Susunan geometris berdasarkan desain industri untuk mesin pembuat pakan ikan air tawar terangkum pada Gambar 4.



Gambar 4. Susunan geometris mesin

Keluaran dari perancangan rinci dan sistem adalah desain kombinasi konsep 1 yang telah dinilai melalui matrik penilaian. Matrik penilaian merupakan sistem pembobotan seperti *House of Quality (HOQ)*.

Mekanika mesin diperhitungkan berdasarkan dasar-dasar teori pemesinan, meliputi:

- Kapasitas mesin pembuat pakan ikan. Bodi pengaduk berfungsi sebagai penampung dan pembuat adonan merupakan komponen penentu kapasitas mesin. Perhitungan dilakukan dengan tahapan:

- Menghitung volume tabung dengan radius 152 mm dan ketinggian 590 mm telah ditetapkan, dengan persamaan berikut ini:

$$V = \pi r^2 T \quad (1)$$

dimana: V = volume tabung; r = radius; T = tinggi tabung.

- Menghitung massa pada bodi pengaduk, dengan persamaan sebagai berikut:

$$\rho = m/V \quad (2)$$

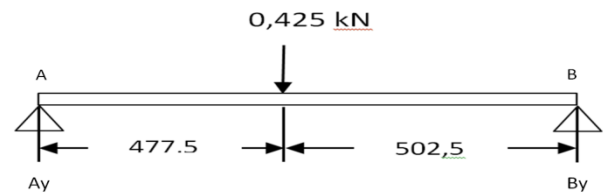
dimana: ρ = massa jenis; m = massa adonan yang mampu ditampung bodi pengaduk. Massa jenis untuk mempermudah diasumsikan sama dengan massa jenis air. Massa jenis air = 1000 kg/m³.

- Menghitung kapasitas alat dilakukan dengan persamaan berikut ini:

$$\text{Kapasitas alat} = \text{massa adonan/waktu} \quad (3)$$

Hasil perhitungan menunjukkan volume tabung = 0,04337 m³; massa adonan = 43,37 kg; kapasitas alat = 10 kg/jam.

- Keamanan rangka penopang dinilai dari kesetimbangan gaya-gaya yang terjadi pada rangka penopang dengan asumsi hanya terjadi pembebanan statis sebesar 42,5kN (gaya normal terjadi ketika bodi pengaduk terisi penuh). Gaya-gaya yang terjadi pada penopang terangkum pada Gambar 5.



Gambar 5. D.B.B rangka penopang mesin

Perhitungan rangka dilakukan dengan mengasumsikan rangka sebagai beam, pembebanan terjadi dipusat rangka, beban adalah massa dari adonan dan penerapan kesetimbangan momen. Hasil perhitungan menunjukkan $B_y = 0,2071$ kN, $A_y = 0,218$ kN.

- Gaya pengaduk dihitung dengan menentukan faktor koreksi daya motor, daya rencana, kecepatan putar pengaduk dan gaya pengaduk[8]. Hasil perhitungan menunjukkan gaya pengaduk 0,22 kN dan kecepatan pengaduk 3,35 m/s.
- Perpindahan panas dihitung untuk menentukan temperatur diperlukan untuk memanaskan adonan pada bagian dalam bodi pengaduk. Perhitungan dilakukan berdasarkan perpindahan konveksi[9] pada luas permukaan tabung bagian dalam yaitu 0,0899 m², material yang akan digunakan untuk bodi pengaduk, dan spesifikasi elemen pemanas yang ada dipasaran. Hasil perhitungan menunjukkan temperatur yang dibutuhkan adalah 342 °K.
- Gaya pemotongan dihitung untuk menentukan dimensi dan jumlah pisau potong yang diperlukan. Perhitungan dilakukan berdasarkan spesifikasi pisau pemotong yang ada dipasaran, sehingga diperoleh gaya pemotongan sebesar 0,069 N, momen inersi 23,33 x10⁻⁸ kg.m², percepatan sudut 233,5 rev/menit², dan torsi pemotongan 3,079 x 10⁻³ N.m.

3.3 Perancangan Proses Produksi dan Perakitan

DFMA diperlukan untuk memprediksi biaya proses produksi dan perakitan mesin pembuat pakan ikan air tawar. Perhitungan DFMA meliputi material, alat, tenaga kerja dan jenis proses produksi yang dipergunakan untuk membuat komponen yang dibuat. Proses pembuatan mesin pembuat pakan ikan air tawar terdiri dari proses pemotongan material, pembuatan lubang, pengerolan dan pengelasan. Biaya proses produksi dan perakitan untuk keseluruhan komponen terangkum dalam Tabel 4.

Tabel 4 Estimasi biaya produksi dan perakitan komponen

No	Komponen	Harga Material	Biaya produksi	Biaya Perakitan	Tool	Upah Tenaga Kerja	Listrik	Jumlah
	Komponen dibuat							
1	Corong Pemasukan	Rp 172,500.00	Rp 2,061.11	Rp 27.39	Rp 2,424.54	Rp 2,061.11	Rp 46.57	Rp 179,120.71
2	Bodi Pengaduk	Rp 336,597.88	Rp 2,653.18	Rp 9.39	Rp 3,190.18	Rp 2,650.00	Rp 61.27	Rp 345,161.90
3	Corong Penyaluran	Rp 84,375.00	Rp 2,968.00	Rp 7.89	Rp 3,573.00	Rp 2,968.00	Rp 68.63	Rp 93,960.52
4	Corong Pengeluaran	Rp 230,625.00	Rp 3,292.36	Rp 27.39	Rp 38,971.53	Rp 3,286.00	Rp 1,772.93	Rp 277,975.21
5	Pengaduk	Rp 180,000.00	Rp 8,861.48	Rp 7.89	Rp 5,946.07	Rp 2,226.00	Rp 820.51	Rp 197,861.95
6	Kerangka	Rp 650,000.00	Rp 60,498.62	Rp 905.97	Rp 12,829.52	Rp 50,582.61	Rp 659.00	Rp 775,475.72
7	Pisau	Rp 120,000.00	Rp 1,913.89	Rp 7.89	Rp 11,550.00	Rp 1,908.00	Rp 198.41	Rp 13,471.78
	Komponen dibeli							
8	Poros penyambung	Rp 250,000.00	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp 250,000.00
9	Pillow block	Rp 88,000.00	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp 88,000.00
10	Pulley	Rp 200,000.00	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp 200,000.00
11	Elemen pemanas	Rp 150,000.00	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp 150,000.00
12	Termometer	Rp 85,000.00	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp 85,000.00
13	Termostat	Rp 125,000.00	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp 125,000.00
14	Kopling	Rp 100,000.00	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp 100,000.00
15	Peredam panas	Rp 60,000.00	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp 60,000.00
16	Proses penyatuan komponen menjadi produk			Rp 437.19		Rp 25,758.00		Rp 26,195.19
Total								Rp 2,967,222.98

Tahapan perhitungan biaya dan produksi dan perakitan diperoleh dari perhitungan sesuai DFM dan DFA dengan tahapan sebagai berikut:

- DFM

- Penentuan tahapan pengerjaan berisi jumlah pengerjaan sesuai dengan *Operational Procedure Chart (OPC)*.
- Perhitungan waktu pengerjaan berdasarkan jenis proses produksi.
- Perhitungan biaya penggunaan tool
- Perhitungan upah kerja
- Perhitungan biaya penggunaan listrik
- Penjumlahan keseluruhan biaya.

- DFA

Estimasi proses perakitan dilakukan untuk memperoleh waktu perakitan dari seluruh komponen untuk meningkatkan efisiensi

proses perakitan. Waktu perakitan dihitung berdasarkan α (orientasi benda dapat diputar tegak lurus terhadap sumbu Y) dan β (orientasi benda terhadap sumbu X). Perakitan keseluruhan komponen mesin pembuat pakan ikan air tawar dari ampas tahu dilakukan dengan berdasarkan 5 (lima) tahapan perakitan yaitu: (1) komponen rangka, perakitan rangka dengan bodi pengaduk; (2) perakitan kesatuan rangka dan bodi pengaduk dengan corong pemasukan; (3) perakitan kesatuan rangka, bodi pengaduk, dan corong pemasukan dengan motor listrik dan belt; (4) perakitan kesatuan rangka, bodi pengaduk, corong pemasukan, dan motor listrik dengan corong pengeluaran; (5) perakitan kesatuan rangka, bodi pengaduk, corong pemasukan, motor

listrik, dan corong pengeluaran, dengan corong penyaluran, screw roll, pulley dan poros.

Hasil perhitungan DFMA menunjukkan kemungkinan masalah yang terjadi pada proses produksi bodi pengaduk, rangka, dan penempatan elemen pemanas. Kendala yang dapat terjadi pada proses perakitan adalah lamanya waktu handling saat perakitan rangka, tingkat kesulitan orientasi saat perakitan bodi pengaduk dengan corong pemasukan, lamanya waktu fastening saat perakitan bodi pengaduk dengan rangka, lamanya waktu insertion saat perakitan motor listrik pada rangka, dan lamanya waktu orientasi saat perakitan poros penyambung pada screw roll.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Spesifikasi Mesin Pembuat Pakan Ikan Air Tawar dari Ampas Tahu

Hasil perancangan sistem, rinci, dan mekanika menunjukkan komponen mesin pembuat pakan ikan memiliki konstruksi yang baik dan pakan memiliki diameter 6 mm. Rincian spesifikasi komponen mesin pembuat pakan ikan air tawar terangkum pada Tabel 5.

Tabel 5 Spesifikasi komponen

NO	KOMPONEN	MATERIAL	DIMENSI
1	Rangka	Cast iron	980x690x995 mm
2	Corong Pemasukan	Alumunium	380x390x150 mm
3	Body Pengaduk	Alumunium	ø 305 x 590 mm
4	Pengaduk	Carbon steel	564x200x3 mm
5	Pemanas	Logam	ø 5 x 50 mm
6	Thermometer	Stainless stell	-
7	Thermostat	Plastic	-
8	Corong Penyaluran	Allumunium	500x100x216 mm

9	Screwroll	Cast iron	-
10	Penyambung Poros	Cast iron	-
11	Motor Listrik	Iron Casting	1 HP
12	Pulley	Alloy Casting	Ø 100 mm dan ø 300 mm
13	Pillow Block	UCP 205	Ø 20 dan ø 25
14	V-Belt	Karet	
15	Corong Pengeluaran	Alumunium	300x205x480 mm
16	Pisau	Stainless steel	90 x 10 x 1 mm
17	Peredam panas	Aluminium foil	2 m
18	Penyangga pemanas	keramik	

Prinsip kerja desain mesin pembuat ikan air tawar dari ampas tahu yang telah terpilih adalah secara berurut terjadinya proses pencampuran bahan dasar adonan, pemanasan adonan, penekanan dengan *screw roll* terhadap cetakan untuk memadatkan adonan, pencetakan, dan pemotongan pakan.

4.2 Hasil Estimasi Biaya Produksi dan Perakitan

Hasil perhitungan biaya produksi dan perakitan pada Tabel 4 menunjukkan Biaya proses produksi dan perakitan untuk komponen mesin pembuat pakan ikan air tawar terdiri dari material, biaya produksi, biaya perakitan, tool, upah tenaga kerja dan penggunaan listrik. Biaya produksi diperoleh dari waktu proses pengerjaan dan jenis proses produksi yang digunakan. Biaya perakitan diperoleh dari jumlah komponen, kemudahan *handling*, *insertion* dan *fastening*. Biaya penggunaan tool diperoleh dari waktu penggunaan tool dan harga tool. Upah tenaga kerja merupakan hasil perkalian waktu pengerjaan dengan standar upah per jam yang berlaku di DKI Jakarta sebesar Rp. 10.600/jam. Biaya penggunaan listrik merupakan hasil perkalian waktu pengerjaan,

beban listrik (kw), dan biaya penggunaan listrik per kwh.

Proses pembuatan corong pemasukan melalui proses sekunder dengan gunting plat manual dan biaya Rp. 179.120,71. Ketidakakuratan hasil pengukuran merupakan kendala terjadi pada proses pemotongan. Proses pembuatan bodi pengaduk melalui proses sekunder dengan gunting plat manual untuk memotong material, proses sekunder dengan mesin drill untuk pembuatan lubang samping, proses sekunder untuk membentuk plat secara manual dan biaya Rp. 345.161,90,-. Proses pembuatan corong penyalur dan corong pengeluaran sama dengan proses pembuatan corong pemasukan, akan tetapi dengan dimensi berbeda dan biaya produksi Rp. 93.960,52,-. Waktu produksi corong pengeluaran adalah 0,31 dan biaya produksi Rp. 277.975,21,-. Proses pembuatan pengaduk melalui proses sekunder dengan pemotongan manual dan pengelasan untuk menyambung dengan plat pengaduk. Biaya produksi dan perakitan pengaduk adalah Rp. 197.861,95. Proses pembuatan rangka mesin pembuat pakan ikan air tawar melalui proses pemotongan dengan gerinda potong dan proses tersier dengan gerinda halus. *Sparking time* merupakan kendala terjadi pada proses pemotongan dengan gerinda potong. Biaya produksi dan perakitan rangka mesin adalah Rp. 775.475,72. Proses pembuatan pisau melalui proses sekunder dengan gunting manual, pembuatan lubang dengan mesin bor, dan proses tersier dengan gerinda halus. Biaya produksi dan perakitan pisau adalah Rp. 13.471,78. Jumlah komponen yang dibeli adalah Rp.1.058.000,-. Keseluruhan waktu produksi dan perakitan untuk komponen yang dibuat adalah 7 jam dan biaya sebesar Rp. 2.967.222,98.

V. KESIMPULAN dan SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian adalah desain mesin pembuat pakan ikan air tawar dari ampas tahu memiliki fungsi pembuat adonan, pengering, dan pencetak, mesin mampu mengolah adonan dengan kapasitas 10 kg/jam, diameter pellet berdasarkan ukuran screw roll adalah 6 mm, panjang pellet 1 cm, dan estimasi biaya produksi dan perakitan kurang dari Rp. 3.000.000,-.

5.2 Saran

Rancangan mesin pembuat pakan ikan air tawar harus mempertimbangkan: (1) pengaruh komposisi jenis adonan terhadap daya apung dan tingkat kekeringan yang akan dihasilkan[10], untuk komposisi bahan adonan; (2) sistem kinematika keseluruhan komponen mesin dilihat dari diagram kecepatan untuk menghindari tabrakan antar komponen berputar[11].

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Srihartati, Takiyah Salim dan Sukirno(2004), *Teknologi penanganan limbah tahu cair*, Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses, ISSN: 1411-4216;
- [2] Agustono Prarudiyanto, I wayan Swea Yas dan Ica Wardaty Ronuniah(2009), *Karakteristik kripik tortilla jagung dengan penambahan ampas tahu*, Prosiding Seminar Nasional FTP UNUD, ISBN:978-602-8659-02-4;
- [3] Edi Rianto, Endang Purbowati dan Retno Adiwiranti(2001), *Penampilan produksi domba yang mendapat pakan tambahan ampas tahu kering*
- [4] Ema Zaidar Nasution(2006), *Studi pembuatan pakan ikan dari campuran ampas tahu, ampas*

- ikan, darah sapi potong, dan daun keladi yang disesuaikan dengan standar mutu pakan ikan, Jurnal Sains Kimia Vol.10, No.1;*
- [5] Irwan(2010), *Analisis skala usaha dan keuntungan industri tahu di kota Banda Aceh, Jurnal SAINS Riset vol.1 No.110, 2010;*
- [6] Ulrich, Karl T., and Eppinger S. D. (1995), *Product Design and Development*, McGraw-Hill, Inc.;
- [7] Boothroyth. (2001), *Product Design for manufacture and assembly, Boothroyd Dewhurst Inc. and University of Rhode Island, USA,*
- [8] Sularso dan Kiyokatsu Suga(2004), *Dasar perancangan dan pemilihan elemen mesin, Pradnya Paramita, Bandung;*
- [9] Halliday,Resnick,Walker(2010), *Fisika Dasar Jilid 1, Edisi 7, Airlangga;*
- [10] Irfak K, Nur Komar, Rini Y(2013), *Desain optimal pengolahan sludge padat biogas sebagai bahan baku pelet pakan ikan lele;*
- [11] William J Patton(1979);*Kinematics*, Reston Publishing Company, Inc.