

PERENCANAAN MESIN PENCETAK PELET IKAN KAPASITAS

100 KG/JAM

Sigit Prismatul Hudha¹⁾ Priyagung Hartono²⁾ H. Margianto³⁾

¹⁾Mahasiswa Teknik Mesin ^{2) 3)}Dosen Jurusan Teknik Mesin

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang

Jl. Mayjen Haryono No.193, Dinoyo, Malang, Jawa Timur 65144

Email: Sigitccuphang@gmail.com

Fish cultivation in Indonesia is an activity that continuously receives the attention of the government so that fisheries productivity will increase, one of which is by increasing fish feed. Fish feed (pellet) is one of the most important factors for increasing fisheries production in order to produce maximum quality.

The development of fish culture must be followed by a quality feed program, pellet-type fish feed becomes the choice of farmers. Fish pellets are fish feed that is printed in the form of small granules consisting of animal and vegetable material, as a substitute for food in their habitat. Substitute food must be met the minimum threshold so that fish can develop and grow well (Nurihal et al. 2018)

To overcome the problems above, this tool is planned to be able to make quality fish feed using tapioca flour, soy flour, corn flour, fine bran, fish oil and minerals. From the results of the tool planning obtained planning pellet printing machine fish capacity of 100 kg / hour and has the specifications of the components are 1Hp electric motor with 1400 rpm rotation, motor pulleys and 75 mm screw pulleys, bearings used are single row bearings, grove ball series 6200 bearing number 6206, shaft diameter 30 mm, peg length 10 mm, belt length used 435.5 mm

Keywords: fish pellets, planning of pellet printer with 100 kg / hour capacity

Pendahuluan

Budidaya perikanan merupakan salah satu kegiatan yang terus mendapatkan perhatian secara serius dari pemerintah agar produksi perikanan nasional meningkat. Dengan pesatnya perkembangan budidaya perikanan di

Indonesia membuat kebutuhan pakan ikan menjadi meningkat, sehingga apabila hanya mengandalkan pakan alami saja tidak akan mencukupi kapasitas pakan ikan tersebut dan juga hasil dari perkembangbiakan ikan kurang maksimal

dikarenakan ikan ternak tidak mendapat suplai pakan yang cukup. Pembuatan pakan ikan secara mandiri menggunakan mesin dengan prinsip screw pendorong, juga dengan resep yang tepat, serta bahan baku yang tepat dapat meningkatkan pendapatan peternak ikan. Selain itu, proses pembuatan pakan ikan menjadi lebih cepat dan kualitas pellet menjadi lebih bagus dan pencampuran lebih merata. Pada dasarnya sudah banyak peneliti maupun industri-industri alat tepat guna yang sudah mengembangkan mesin pembuat pellet, namun sepanjang studi yang sudah dilakukan hampir semuanya menggunakan mesin diesel dengan kapasitas yang cukup besar yaitu kurang lebih 8 HP dengan kapasitas rata-rata 100 kg. Selain efisiensi kebutuhan daya dari mesin yang tidak optimal dengan membuat *over capacity* daya mesin yang ada juga dapat menyebabkan kebisingan karena suara mesin itu sendiri. Penelitian ini ditekankan pada perhitungan-perhitungan kapasitas, daya, dan pemakaian komponen-komponen yang sesuai dengan kebutuhan sehingga tidak *over capacity*. Kelebihan dari desain yang diusulkan adalah dapat meminimalisir daya yang dibutuhkan karena dihitung kebutuhannya secara teliti. Selain itu, mesin pembuat *pellet* yang dirancang diharapkan memiliki efisiensi yang tinggi dengan menggunakan prinsip kerja *screw* pendorong yang

memanfaatkan ulir – ulir pada *screw* sebagai wadah yang membawa bahan dan menekan (*pressing*) kearah ujung tabung (*form hole plate*) yang menjadikan bahan berbentuk pellet padat.

TINJAUAN PUSTAKA

Pakan (Pelet Ikan)

Pelet adalah bentuk makanan buatan yang dibuat dari beberapa macam bahan yang mengandung gizi untuk pertumbuhan ikan lele. Cara membuatnya, bahan-bahan tersebut dijadikan adonan kemudian dicetak sehingga berbentuk batangan atau bulatan kecil-kecil. Ukurannya berkisar antara 1-2 cm. Jadi pelet tidak berupa tepung, tidak berupa butiran, dan tidak pula berupa larutan.

Dalam perencanaan ini bahan baku pellet ikan yang akan dicetak menggunakan komposisi tepung ikan 38 kg, tepung kedelai 10 kg, tepung jagung 25 kg, dedak halus 15 kg, tepung tapioka 10 kg, minyak ikan 1 kg, mineral 1 kg. Komposisi tersebut merupakan komposisi untuk 100 kg. Pelet yang akan dibuat merupakan pelet apung yang sering diberikan kepada ikan lele. Pelet apung harus memiliki kadar air sebesar 10%-15% agar dapat mengapung. Kelebihan pelet apung ialah dapat disimpan lama karena sangat kering.

Prinsip Kerja Mesin

Alat pencetak pellet ini bekerja dengan prinsip mengempa atau mengepres bahan dengan menggunakan *screw* pres sehingga bahan akan terpres dan akan keluar melalui saluran pengeluaran kemudian bahan akan terpotong dengan mata pisau yang berada di depan saluran pengeluaran. Alat pencetak pellet berbentuk silinder, pada bagian dalamnya terdapat ulir pengepresan pellet. Ulir pengepresan pellet ini mendorong bahan adonan ke arah ujung dilinder dan menekan plat berlubang sebagai pencetak pellet. Lubang plat menggerakkan poros pencetak sesuai dengan ukuran yang dikehendaki. Pellet yang keluar dari lubang akan di potong oleh pisau

Elemen-Elemen Yang Dipakai Pada Perencanaan

Poros

Poros adalah salah satu bagian dari mesin yang sangat penting. Hampir seluruh mesin meneruskan tenaga bersama dengan putaran. Peranan utama disitulah yang dipegang oleh sebuah poros. Poros merupakan sebuah batang logam yang memiliki penampang berbentuk silinder.

Pasak (key)

Pasak merupakan komponen mesin yang ditempatkan pada antarmuka poros dan

hub pada elemen sistem power-transmisi, yang bertujuan untuk mentransmisikan torsi dan juga sebagai penahan elemen. Selain itu pasak juga digunakan untuk memfasilitasi perakitan dan pembongkaran sistem poros. Seperti halnya baut dan sekrup, pasak digunakan untuk membuat sambungan yang dapat dilepas yang berfungsi untuk menjaga hubungan putaran relatif antara poros dengan elemen mesin yang lain.

Bantalan (Bearing)

Tujuan dari bantalan adalah untuk mendukung beban sambil memungkinkan gerakan relatif antara dua elemen mesin. Istilah pendekatan kontak secara bergiliran mengacu pada berbagai macam bantalan yang menggunakan bola-bola atau beberapa jenis *roller* lainnya antara stasioner dan elemen bergerak. Jenis bantalan yang paling umum mendukung poros yang berputar, memenuhi beban radial murni atau kombinasi beban radial dan aksial (dorong). Beberapa bantalan dirancang hanya untuk membawa beban dorong. Kebanyakan bantalan digunakan dalam aplikasi yang melibatkan rotasi, tetapi beberapa digunakan dalam aplikasi gerakan linier.

Sabuk (Belt)

Sabuk yang akan digunakan pada perancangan mesin pengupas sabut kelapa

ini adalah Sabuk-V (*V-belt*). Sabuk-V digunakan karena memiliki kelebihan seperti terjadinya slip apabila beban yang ditanggung oleh sabuk melebihi kapasitas sehingga motor tidak cepat rusak, guncangan dan guncangan yang terjadi dapat diredam, serta dapat digunakan untuk menggerakkan dua poros yang dengan dua arah tanpa merubah posisi motor.

Pulley

Pulley dapat digunakan untuk mentransmisikan daya dari poros satu ke poros yang lain melalui sistem transmisi penggerak berupa *flat belt*, *V-belt* atau *circular belt*. Perbandingan kecepatan (*velocity ratio*) pada *pulley* berbanding terbalik dengan diameter *pulley*. Berdasarkan material yang digunakan, *pulley* dapat diklasifikasikan dalam :

1. *Cast iron pulley*
2. *Steel pulley*
3. *wooden pulley*
4. *Paper pulley*

Motor AC

Motor AC merupakan mesin penggerak yang menggunakan sumber daya listrik arus bolak balik atau *Altercnative Current* (AC). Prinsip kerja dari Motor AC sebagai berikut energy listrik akan dikonversi menjadi energy mekanik dengan memanfaatkan medan

magnet yang terbentuk dari arus listrik pada kumparan tembaga (Purnomo dan Rizal, 2017). Komponen utama pada motor listrik adalah

- a. Stator stationer
- b. Rotor

Hopper

Hopper direncanakan untuk dapat menampung bahan sebesar 100 kg dalam sekali pengisian.

Volume hooper yang dibutuhkan sebesar :

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (\text{Spivakovsky}, 1996)$$

Maka menggunakan persamaan :

$$v = \frac{m}{\rho}$$

Dimana :
 v : volume
 m : jumlah bahan
 ρ : massa jenis

Apabila bentuk *hopper* adalah kubus maka :

$$\text{Panjang sisi (s)} = \sqrt[3]{v}$$

Pisau pemotong

Ditentukan kecepatan aliran material dari jarak *pitch screw* yang paling ujung.

$$V = S.n/60 \text{ (m/s)} \quad (\text{Spivakovsky}, 1996)$$

Dimana:

V : kecepatan aliran
 S : jarak *pitch*
 n : putaran *screw* (rpm)

Untuk kecepatan sudut putaran *screw* $C\Omega$ (tiap detik)

$$C\Omega = (2. \pi.n)./60$$

Dimensi pellet yang diinginkan diameter 5 mm dan panjang 5 mm untuk memenuhi spesifikasi tersebut digunakan cetakan dengan diameter lubang 5mm dan waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan panjang 5mm dengan kecepatan aliran massa maka :

$$V = \frac{s}{t}$$

sehingga

$$t = \frac{s}{v}$$

Dimana :

t: waktu yang dibutuhkan

V: waktu yang dibutuhkan

Apabila dalam 1 detik screw yang berputar dapat menempuh sudut C° , maka pada waktu t detik sudut putar screw sebesar

$$C^\circ = 1 \text{ detik}$$

$$x = t \cdot C^\circ$$

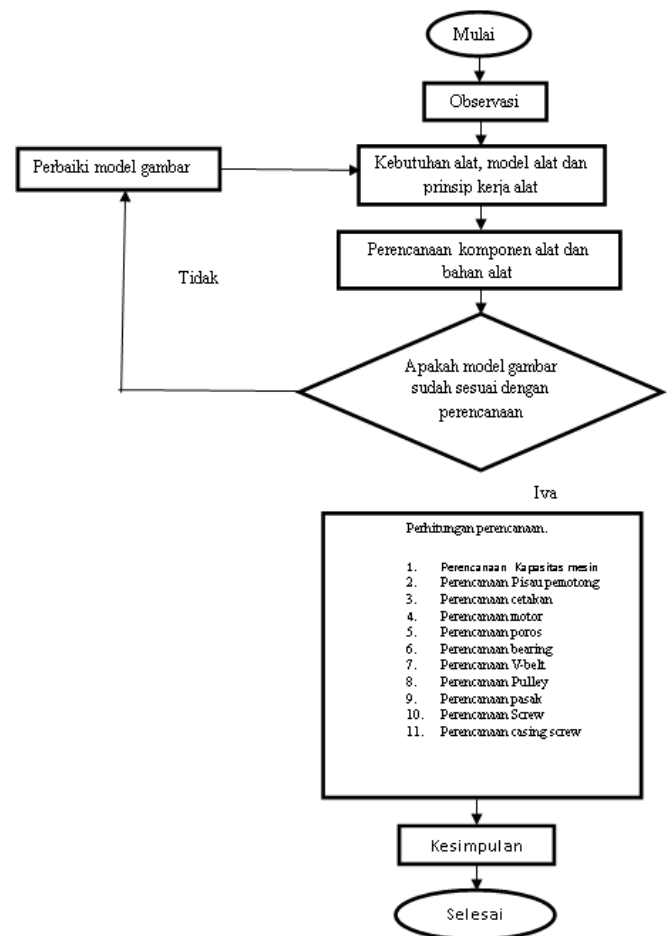
Maka:

$$1 \text{ putaran} = 360^\circ$$

Pisau yang dibutuhkan berjumlah :

$$\text{Total}_{\text{pisau}} = \frac{360^\circ}{t}$$

METODE PERENCANAAN



Metode Perencanaan

Dalam perencanaan mesin pencetak pellet ikan kapasitas 100 kg/jam ada beberapa tahapan yang harus dilakukan agar perencanaan dapat berjalan lancar yakni : tahapan awal dilakukan pengamatan penelitian terdahulu yang sudah ada. Penelitian terdahulu dilakukan dengan tujuan mendapatkan gambaran tentang model gambar dan sistem kerja mesin pencetak pellet kapasitas 100 kg/jam yang akan dikembangkan.

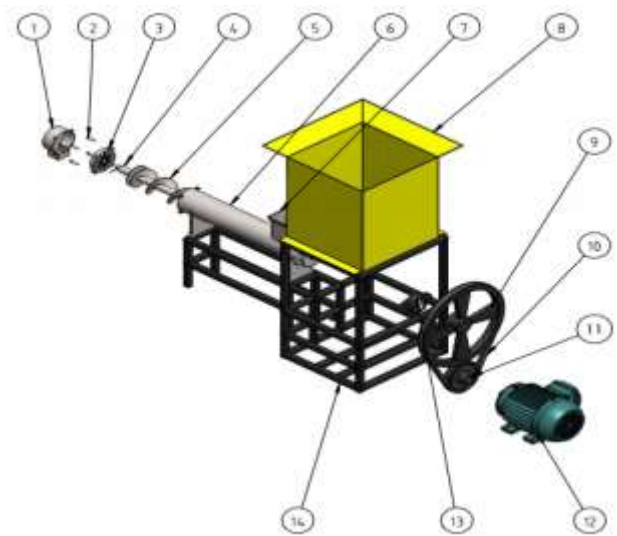
Metode observasi digunakan mencapai tujuan perencanaan ini.

Kegiatan observasi ini merupakan tahap pengumpulan data dan referensi, Hal ini dilakukan melalui studi literatur atau kepustakaan yang relevan dengan topic perencanaan. Pada tahap ini penulis mencari sumber-sumber referensi baik teori yang bersumber dari teks, hasil penelitian dan perencanaan maupun jurnal yang berkaitan dengan ”*perencanaan mesin pencetak pellet ikan kapasitas 100 kg/jam*”.

Kebutuhan Alat

NO	Alat	Fungsi
1	Mesin Las Listrik	Menyambungkan plat besi
2	Gerinda Tangan	Memotong dan menghaluskan plat besi
3	Bor Tangan	Melubangi plat besi
4	Jangka Sorong	Mengukur komponen part
5	Penggaris Siku	Mengukur sudut part
6	Elektroda	Memberikan gas pelindung pada logam yang dilas
7	Meteran	Mengukur panjang besi
8	Kunci L	Membuka atau melepaskan baut dengan kepala lubang segi 6
9	Kunci Ring	Membuka atau melepaskan mur dan baut
10	Kunci Pas	Membuka atau melepaskan mur dan baut

Model keseluruhan mesin pencetak pellet



Keterangan :

1. Penutup *casing screw*. pelet.
2. *Hexbolt M5* (baut). 3. Cetakan pellet.
4. Pisau pemotong.
5. *Screw conveyor*.
6. *Casing screw*.
7. *Hopper screw conveyor*.
8. *Hopper* adonan
9. *Pulley screw conveyor*.
10. *V-belt*.
11. *Pulley motor*.
12. Motor listrik.
13. *Bearing*.
14. Kerangka mesin.

PERHITUNGAN

Perencanaan Kapasitas Mesin

Kapasitas yang direncanakan pada mesin ini adalah 100kg/jam. Diketahui jarak S_{pitch} (m) = 0,8 d_s dan massa jenis

$$\rho = 0,84 \text{ ton/m}^3 \text{ (Triwissaka, dkk 2010).}$$

Dimensi mesin yang ditentukan :

1. $D_{\text{screw}} = 80 \text{ mm}$
2. $d_{\text{casing}} = 80 \text{ mm}$
3. $L_{\text{casing}} = 500 \text{ mm}$
4. $L_{\text{screw}} = 450 \text{ mm}$
5. $\rho = 0,84 \text{ ton/m}^3$
6. $m_s = 3 \text{ kg}$

Kapasitas mesin pencetak pellet

$$Q = 60 \frac{\pi D_{\text{screw}}^2}{4} s n_2 \Psi \gamma c$$

$$= 60 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,08^2}{4} \cdot 0,064 \cdot 25 \cdot 0,25 \cdot 0,84 \cdot 1$$

$$= 0,101 \text{ ton/m}^3 = 101 \text{ kg/jam}$$

Kecepatan Putaran yang dibutuhkan

$$Q = 60 \frac{\pi D_s^2}{4} 0,8 d_s \cdot n_2 \cdot \Psi \cdot \gamma \cdot c$$

Atau

$$D_{\text{screw}} = \sqrt[3]{\frac{4Q}{60 \cdot \pi \cdot 0,8 \cdot n \cdot \Psi \cdot \gamma \cdot c}}$$

$$0,08 = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 0,1}{60 \cdot \pi \cdot 0,8 \cdot n \cdot 0,25 \cdot 0,84 \cdot 1}}$$

$$5,12 \times 10^{-4} = \frac{0,4}{31,56 \cdot n}$$

$$0,0162 \cdot n = 0,4$$

$$n = 24,69$$

$$n = 25 \text{ rpm}$$

Daya rencana

Faktor koreksi (fc) yang direncanakan diambil 2 dengan daya motor (Pd) sebesar 0,177 HP (sularso, 1994) maka besar daya yang direncanakan adalah :

$$P_d = f_c \cdot P_{\text{tot}}$$

$$= 2 \cdot 0,132 \text{ kw}$$

$$= 0,264 \text{ Kw}$$

$$= 264 \text{ w} \times 0,00134102$$

$$= 0,354 \text{ HP}$$

Dipilih motor dengan daya 1 HP karena daya rencana < daya motor. Motor dengan daya 1 HP cukup untuk melakukan proses pembuatan pellet, kecepatan putaran motor sebesar 1400 rpm. Berikut spesifikasi dimensi dari motor yang digunakan.

Tipe: AEED foot mounting B3 (IM 1001)

Output (HP) 4P = 1

Perencanaan pulley dan V-Belt

Pemilihan material bahan yang direncanakan besi cor kelabu (JIS G 5501) dengan lambang FC 20 pemilihan ini didasarkan karena koefisien geseknya lebih tinggi dari pada baja tempa dan juga dapat menahan getaran (Khurmi, 2005)

Diameter pulley motor (D_{p1})

: 75 mm (Direncanakan)

Putaran motor (n_1)

: 1400 rpm (Direncanakan)

Diameter pulley Gear box (D_{p2}) inlet

: 75 mm (Direncanakan)

Diameter pulley Gear box (D_{p3}) outlet

: 75 mm (Direncanakan)

Rasio gearbox

: 1:40

$$n_{\text{gearbox}} = n_3 = \frac{1}{40} \times 1400 = 35 \text{ rpm}$$

Putaran screw (n)

: 25 rpm (Direncanakan)

Massa jenis besi cor kelabu (ρ) :

0,00725 kg/cm³

maka untuk mencari diameter puli poros screw (D_{p4}) dapat di cari dengan rumus sebagai berikut :

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{D_{p1}}{D_{p2}} \quad (\text{Khurmi, 2005}$$

657)

$$D_{p4} = \frac{n_3 \cdot D_{p3}}{n_4}$$

$$D_{p4} = \frac{35 \cdot 75}{25}$$

$$D_{p4} = 105 \text{ mm}$$

Perencanaan Material Poros dan Diameter Poros

Setelah mengetahui momen pada kedua sumbu, maka dapat dilanjutkan menentukan diameter minimal poros dengan mempertimbangkan material yang dipilih. Pada pemilihan material poros, penulis menentukan Baja AISI 1050 Cold Drawn sebagai material poros. Berdasarkan Lampiran I berikut material properties dari Baja AISI 1050 Cold Drawn.

- Material poros : AISI 1050 Cold Drawn
- Tegangan ultimate (S_u) : 690 MPa
- Tegangan yield (S_y) : 579 MPa
- Endurance strength (S_n) : 38 Ksi x 6,8947 = 262 MPa

- Reliability factor (C_r) : 0.75 (0,999%) tabel (5-1)

- Stress factor (C_{st}) : 1,00

- Size Factor (C_s) : 0.879 dengan asumsi diameter 1 inch

- Ketahanan lelah aktual (S'_n) : $S'_n = S_n \cdot C_{st} \cdot C_r \cdot C_s$

$$S'_n = 262 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 0,879$$

$$S'_n = 172,72 \text{ MPa} \times 0,101972$$

$$S'_n = 17,61 \text{ kgf/mm}^2$$

N = 2.0 (digunakan karena adanya *reability factor* pada data material. Dan disarankan dalam referensi buku). (Mott, 2004)

Perencanaan Pasak

Perhitungan pasak yang dimaksudkan dalam sub bab ini adalah pasak yang terdapat pada poros screw pada bagian puli penggerak, sedangkan dimensi pasak yang digunakan pada poros motor menyesuaikan dengan dimensi poros motor bawaan pabrik dengan spesifikasi motor yang dipilih yaitu $w = 6 \text{ mm}$.

- a. Perhitungan dimensi pasak berdasarkan buku L. Mott (2004) : Dimensi pasak untuk diameter poros 30 mm. Diameter 30 mm masuk dalam nominal diameter 7/8 inch sampai 1 1/4 inch sehingga tipe pasak persegi dipilih dengan nilai:
 $w = 0,25 \text{ inch} = 6,35 \text{ mm}$
 $H = 0,25 \text{ inch} = 6,35 \text{ mm}$.

b. Menentukan bahan pasak :

- Diketahui bahan poros : AISI 1020
Hot Rolled Sy = 207 MPa

c. Berdasarkan material pasak dan poros :
(σ pasak > σ poros) maka digunakan persamaan berdasarkan gaya tekan:

$$N = 2$$

Perancangan Bearing

Karena beban *bearing* sebesar 148 N x 0,225 = 33,3 lbf maka untuk pemilihan jenis *bearing* dilihat melalui faktor kecepatan putar poros, faktor umur *bearing*, penggunaan *bearing*, dan beban dinamis bearing, serta dimensi poros.

- a. Berdasarkan tabel pada bab 2, *Life design bearing* adalah 9000 (*multipurpose gearing*)
- b. Berdasarkan gambar pemilihan pada gambar *life and speed factor* didapatkan faktor FN dan FL, sehingga didapatkan *dynamic load rating* (C) yang disarankan.

- FN = 1,1 pada kecepatan 25 rpm
- FL = 2,6 pada life time 9000 jam
- $C = Pd \times (FL/FN)$
 $C = 33,3 \times (2,6/1,1)$
 $C = 78,7 \text{ lb}$

KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan kapasitas mesin pemarut 101 kg/jam.
2. Dari hasil perhitungan didapatkan total daya yang dibutuhkan sebesar 0,354 HP. Dengan pertimbangan gaya tension akibat v-belt, maka daya motor menggunakan 1 HP.
3. Berdasarkan perhitungan minimal poros yang telah dilakukan, maka ditentukan diameter poros untuk screw menggunakan 30 mm..
4. Perhitungan matematis pasak digunakan panjang 0,01m (10mm), namun untuk keamanan kemudian panjang pasak menyesuaikan ketebalan pulley. Dengan menggunakan bahan poros : AISI 1020 Hot Rolled Sy = 207 MPa
5. Karena beban *bearing* sebesar 148 N x 0,225 = 33,3 lbf maka untuk pemilihan jenis *bearing* yaitu menggunakan *bearing single row, grove ball, series 6200* dengan nomor *bearing 6206*.

DAFTAR PUSTAKA

Leksono, Y. K., & Tika, I. W. (2014).
MODIFIKASI MESIN
PENCETAK PAKAN
BUDIDAYA LELE
BERBENTUK PELLET

- DENGAN KEBUTUHAN DAYA RENDAH. *Jurnal BETA (Biosistem dan Teknik Pertanian)*, 2(1).
- Nurhilal, M., Girawan, B. A., & Aji, G. M. (2018). RANCANG BANGUN MESIN PENDINGIN PELLET IKAN TIPE ROTARY DRYER UNTUK KELOMPOK USAHA PETANI (UPET) KABUPATEN CILACAP. *J-Dinamika*, 3(1).
- Hariyanto, S., & Widodo, M. S. (2017). IMPLEMENTASI MESIN PRODUKSI PAKAN LELE DUMBO PADA PETERNAK DI DESA ARJOWINANGUN KOTA MALANG. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1).
- Ertanto, D. A., Daulay, S. B., & Munir, A. P. RANCANG BANGUN ALAT PENCETAK PELET IKAN MANUAL (Design of Manual Fish Pellet Mold). *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 5(3), 565-570.
- Uslianti, S., & Saleh, M. Rancang Bangun Mesin Pelet Ikan Untuk Kelompok Usaha Tambak Ikan. *ELKHA*, 6(2).
- BUSTANUL ARIFIN, E. K. A. (2017). ANALISA PENGARUH VARIASI RASIO PULLEY TERHADAP HASIL MESIN PENGGIJING PAKAN IKAN. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 4(02).
- Nugroho, S. (2018). Design of Pellet making Machines from Egg Waste for Alternative Animal Feed Solutions. *Jurnal Mesin Nusantara*, 1(2), 104-113.
- Alamsyah, A. A. D., Christyawan, J., Tiarasukma, A. P., & Paramita, V. (2013). Pembuatan pangan ternak lele organik berbahan baku protein dari bulu ayam dengan metode fermentasi bio. *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 1(1).
- Iswanto, B., & Suprpto, R. (2015). Abnormalitas Morfologis Benih Ikan Lele Afrika (*Clarias gariepinus*) Strain Mutiara. *Media Akuakultur*, 10(2), 51-57.
- Zaenuri, R., Suharto, B., & Sutanahaji, A. T. (2014). Kualitas pakan ikan berbentuk pelet dari limbah pertanian. *Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, 1(1), 31-36.
- PUJIYANTI, R. A. (2017). PEMBUATAN PELET KOMPOS DARI SAMPAH ORGANIK PASAR DENGAN BAHAN PEREKAT TEPUNG TAPIOKA DAN MOLASSES MENGGUNAKAN BIOAKTIVATOR SRIDEK (Doctoral dissertation,

POLITEKNIK NEGERI
SRIWIJAYA).

Khurmi, R.S., Gupta, J.K., 1979. *Text Book of Machine Design*, Eurasia Publising

House., ltd Ram Nagar, New Delhi..

Sularso, Ir, MSME dan Suga Kiyokatsu., 1997. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Jakarta : PT Pradnya Paramita.

Aria Triwissaka, dkk. 2014. *Teknologi Pengolahan Limbah Dan Sisa Hasil Ternak*. Tugas Akhir tidak diterbitkan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Nugroho, S. (2018). *Design of Pellet making Machines from Egg*

Waste for Alternative Animal Feed Solutions. Jurnal Mesin Nusantara, 1(2), 104-113.

Jamila. 2014. *Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur*. Modul <https://www.scribd.com/document/357025518/Modul-1PemanfaatanCangkang-Telur-pdf>. Diakses pada tanggal 13 Mei 2018

Satriyo BA, dkk. 2008. *Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian Situgadung*. Legok. Tangerang. <http://www.cabi.net.id>. Diakses pada tanggl 21 Mei 2018.