

Analisa Desain Frame Mesin Penginjeksi *Molding Fishing Lure* Sederhana Untuk Fabrikasi Industri Skala Rumah Tangga dengan Autodesk Inventor

Diaz Zidwan M¹. Salamet Arief H¹. Jhoni Akbar¹. Nurman P¹. Cahyo B. Nugroho^{1*}.
KKT Green Manufacture, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam¹
*cahyo@polibatam.ac.id

Abstrak

Desain frame mesin penginjeksi molding fishing lure sederhana ini ditujukan untuk membuat lure dengan proses produksi singkat. Sehingga mempunyai reliabilitas untuk industry skala UKM atau industry rumah tangga. Desain dilakukan dengan menggunakan program inventor dan simulasi dilakukan di solidwork13. Dari desain dan simulasi itu kita dapatkan analisa failure pada frame yaitu $1.333.666\text{N/m}^2$. gaya yang diperlukan tuas untuk melakukan injeksi adalah sebesar 27,03N. Daya heater untuk memanaskan resin PE+PP adalah 125 Watt. Daya itu mampu memanaskan resin hingga dapat diinjeksikan ke cetakan dalam waktu 2,1 menit. Oleh karena itu, dapat menyimpulkan bahwa frame ini sangat reliable untuk digunakan pada mesin penginjeksi molding fishing lure sederhana untuk fabrikasi industry rumah tangga atau UKM.

Kata Kunci: fishing lure, injection molding, CAD, inventor Autodesk,

1. PENDAHULUAN

Mesin injeksi selama ini dikenal dalam dunia fabrikasi masal. Sehingga yang terbayang adalah mahalnya set up mesin, proses, dan produk yang dihasilkan dalam jumlah puluhan hingga ratusan ribu. Namun bagaimana untuk produk-produk unik atau dibutuhkan oleh kalangan terbatas. Seperti halnya fishing lure. Fishing lure ini biasanya untuk jenis ikan yang berbeda mempunyai bentuk dan ukuran yang berbeda. Pasar lure ini tidak sama dengan alat-alat yang terbuat dari plastic misalnya gayung mandi, gelas, pena yang umum dibutuhkan orang.

Proses pembuatan Lure ini umumnya dilakukan dengan injeksi molding. Injeksi molding adalah metode pembentukan material thermoplastic dimana resin atau bibit plastic yang meleleh karena pemanasan diinjeksikan oleh plunger ke dalam cetakan yang didinginkan oleh air sehingga mengeras. Meskipun banyak variasi dari proses dasar ini, 90 persen proses injection molding adalah memproses material termoplastik. Injection molding mengambil porsi sepertiga dari keseluruhan resin yang dikonsumsi dalam pemrosesan termoplastik.

Mesin injeksi sederhana dapat digerakan dengan beberapa method, yaitu dengan pneumatik, hidrolik dan dengan mekanisme tarikan tangan manusia. Injeksi menggunakan pneumatik dapat bergerak

dengan cepat namun daya tekan sangat terbatas. Selain itu pembuatan mekanisme pneumatik tidak sederhana[1]. Lain halnya dengan mesin injeksi yang berdasarkan mekanisme hidrolik. Mesinnya bertenaga besar dan mampu memproduksi dalam skala yang lebih besar di bandingkan system pneumatik. Namun kendalanya adalah model produknya yang monoton. Jika ingin mengubah desain maka setupnya pun harus ada perubahan.[2]. Oleh karena itu diperlukan mesin dengan terobosan baru, yang mampu menjawab kekurangan kedua method ini, dan dapat diterapkan dalam fabrikasi fishing lure.

Kebutuhan akan variasi model yang banyak. Namun produk yang dihasilkan sedikit adalah masalah tersendiri dalam dunia fabrikasi fishing lure. Selain itu, variasi lure yang ada dipasaran kadang tidak sesuai dengan keinginan para pemancing. Sehingga perlu adanya produk yang dengan mudah para pemancing ini memilih bahkan menentukan sendiri bentuk dan desainnya. Dari latarbelakang itu diperlukan suatu mesin yang mampu memproduksi fishing lure yang tidak mengharuskan proses produksi masal.

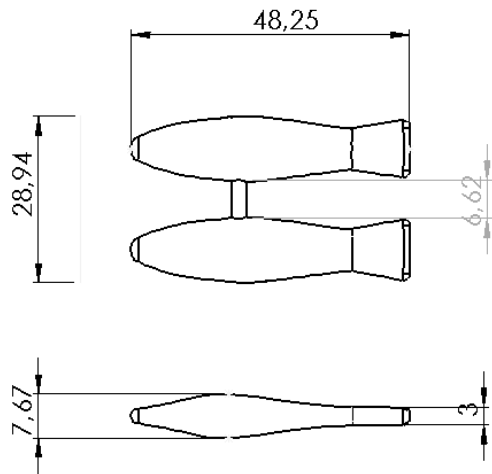
Oleh karena itu dibutuhkan sebuah mesin sederhana supaya permasalahan tersebut dapat teratasi. kedepanya mesin ini mampu untuk menghasilkan lure tanpa biaya permesinan yang tinggi dan pastinya produk-produknya dapat di nikmati dengan harga

yang terjangkau. Sehingga sangat diperlukan suatu desain dan simulasi awal untuk mesin ini. Dengan itu, pembuat alat mampu mengurangi kesalahan dan dapat mendapatkan desain yang terbaik. Modeling mesin injeksi sudah dilakukan, namun terlalu dekat dengan pemodelan matematik bukan ke arah pemodelan terapan [3]. Pemodelan dengan autodesk inventor akan memudahkan kita dalam melakukan desain dan analisis tegangan pada frame yang akan kita buat. Hal ini sudah dilakukan oleh Mustofa Albala dalam analisa desain pesawat di Belanda. [

2. Method

Cavity Molding

Pembuatan desain dilakukan pada software autodesk inventor. Desain mesin injeksi yang dibahas hanya frame dan heaternya saja. Molding injeksi mempunyai dimensi seperti pada gambar cavity seperti gambar di bawah ini. Cavity ini dalam proses injeksi di clamping menggunakan clamping manual dengan gaya 205,8N. Material yang digunakan untuk simulasi ini adalah jenis PE+PP[4].



Gambar 1 desain dan ukuran lure. dimensi dalam ukuran (mm)

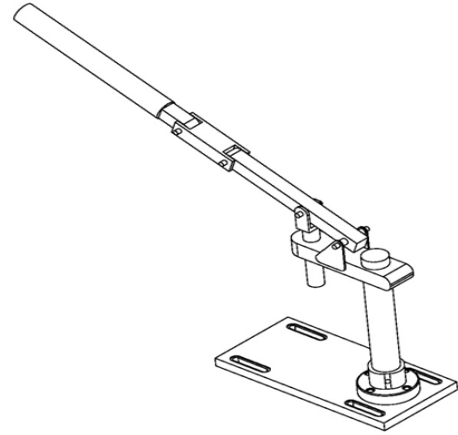
Mica Band Heater & Nozzle Heater

Pemanas ini dibuat dari Nikel Chrome, berbentuk pita. Mica Band Heater dan Nozzle Heater ini beroperasi secara efisien ketika suhu kerja stabil dan maksimal pada 250°C. Lapisan penutup heater adalah rust resistance. Konsumsi daya maksimum 25 watt per inci persegi. Suhu operasi maksimal hingga 250 °Celsius. Suhu ini adalah suhu yang umum digunakan dalam injeksi molding plastic. [5]

Frame

Desain ini cara kerjanya adalah seperti alat pengungkit. Karena akan digerakan oleh tenaga manusia. Dengan gerak dua arah vertical saja. Naik dan turun. Proses penginjeksian terjadi saat tuas di gerakan ke bawah (tekan). Tuas terbuat dari material

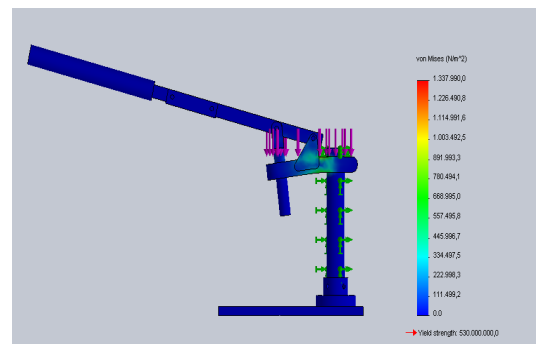
HSS, tiang frame dari MS dan landasan dari ST37. Pada proses ini plastic yang meleleh di masukan ke cavity molding. Begitu terisi penuh maka tuas dapat kita tarik ke posisi semula. Di pengungkit ini akan di pasang pemanas Resin yang dibuat dari pemanas yang berbentuk mika band heater. Analisa desain mesin ini meliputi analisa pada : tegangan statis pada Frame, tuas pengungkit, tekanan baut pada cavity, daya heater dan waktu proses pemanasan sebelum injeksi.



Gambar 2 desain frame mesin injeksi molding fishing lure.

Analisa frame Tegangan Statis pada Frame

Simulasi ditegangan dilakukan oleh solidwork 13. Hal ini bertujuan untuk mengetahui titik-titik mana terjadinya stress pada frame ini [6]. Dan mengetahui stress maksimal yang dapat memungkinkan terjadinya failure. Simulasi tegangan dapat ditunjukkan pada gambar 1. Stress terjadi sebagian besar pada gambar yang ditunjukkan dengan warna sedikit kekuningan. Spot failure diilustrasikan dengan dengan warna merah. Spot ini kecil dengan nilai tidak tampak. Simulasi dari desain ini menunjukkan nilai failure pada nilai 1.337.990N/m². Jika mesin ini digunakan untuk skala rumah tangga dan digerakan oleh tenaga manusia kemungkinan failure kecil. Sehingga dengan desain ini akan dihasilkan mesin skala UKM yang dapat digunakan dalam waktu dan frekuensi yang cukup lama.



Gambar 3 Simulasi tegangan pada frame

Analisa Desain Tuas (Pengungkit)

Tuas atau pengungkit adalah bagian yang dipegang langsung oleh penginjeksi. Seperti yang ditunjukkan pada gambar . Alat ini berperan penting untuk memberikan tekanan pada shaft untuk langkah injeksi resin plastic menuju *mold* . Berdasarkan hasil simulasi moldflow pada solidwork, desain lure ini membutuhkan tekanan sebesar 0.48 MPa dengan begitu berlaku persamaan : [7]

$$P_{mold} = P_{shaft} = P_{tuas}$$

$$P_{mold} = \frac{F_{mold}}{A_{mold}} = \frac{F_{mold}}{\pi \times 1.5 \times 1.5}$$

$$0.48 = \frac{(\pi \times 1.5 \times 1.5) \times F_{mold}}{7.066}$$

$$F_{mold} = 3.39 \text{ N}$$

$$\frac{F_{mold}}{A_{mold}} = \frac{F_{shaft}}{A_{shaft}}$$

$$\frac{3.39}{7.066} = \frac{F_{shaft}}{\pi \times 12 \times 12}$$

$$F_{shaft} = 217.03 \text{ N}$$

Untuk menghitung gaya pada tuas berlaku rumus sebagai berikut :

$$F_{shaft} \times L^1 = F_{tuas} \times L$$

$$27.03 \times 100 = F_{tuas} \times 800$$

$$F_{tuas} = 27.12 \text{ N}$$

$$m = F_{tuas} / g$$

$$m = 27.12 / 9.81$$

$$m = 2.76 \text{ kg}$$

Analisa Daya Heater

Daya dengan nilai 25 watt per inci persegi, adalah spesifikasi tabung heater adalah berbentuk pipa dengan diameter luar tabung = 34 mm atau 1.33 in ,diameter dalam tabung =24 mm atau 0.93 in .Dengan panjang tabung pipa 100 mm atau 3.93 in. Menghitung Luas Area Tabung Heater :

- Luas diameter luar = $3.14 \times 1.33 \text{ in} \times 3.93 \text{ in} = 16.4 \text{ in}^2$
- Luas diameter dalam = $3.14 \times 0.93 \text{ in} \times 3.93 \text{ in} = 11.4 \text{ in}^2$
- Luas tabung= $16.4 \text{ in}^2 - 11.4 \text{ in}^2 = 5 \text{ in}^2$

Total Konsumsi Daya heater adalah $5 \times 25 \text{ watt} = 125 \text{ watt}$

Menentukan waktu pemanasan Heater
Diketahui dari rumus

$$Q \text{ cair plastik} = \text{Efisiensi} \cdot \text{Daya} \cdot \text{Waktu}$$

$$M \cdot C_p \cdot Dt = \text{Efisiensi} \cdot \text{Daya} \cdot \text{Waktu} [7]$$

Keterangan :

Q = Jumlah Panas (kal)

M = Massa plastik (gram)

Dt = Perbedaan Suhu (derajat celcius)

Cp = Konduktivitas thermal (Kal/Gram ° C)

Catatan : 1 Watt = 1/800 Kalor

Maka dapat kita hitung :

- Massa = massa jenis x Volume plastik

Diketahui diameter resin = 4,8 mm

$$\text{Massa jenis} \rho = 0,917 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Volume 1 biji resin} = \frac{4}{3} \times \pi \times r^3$$

$$= 58 \text{ mm}^3$$

Setelah dilakukan simulasi pada software autocad diketahui total resin yang dapat tertampung dalam tabung heater sebanyak 273 biji.

- Volume 273 biji resin = $273 \times 58 = 15834 \text{ mm}^3 = 15,834 \text{ cm}^3$
- Massa = $0,917 \text{ g/cm}^3 \times 15,834 \text{ cm}^3 = 14,5 \text{ g}$
- Diketahui :

Cp = 116000 Kal/Gram ° C (didapat dari hasil simulasi solidwork)

DT = 250–30 = 220 ° C

Efisiensi = diasumsikan 75 %

Daya = 125 watt

Untuk menentukan waktu yang dibutuhkan heater untuk mencapai suhu yang diinginkan memakai persamaan sebagai berikut :

$$M \cdot C_p \cdot Dt = \text{Efisiensi} \cdot \text{Daya} \cdot \text{Waktu}$$

$$14,5 \text{ g} \times 116000 \text{ kal/gram} \times 220^\circ \text{ C} = 75 \% \times 125 \text{ watt} \times \text{waktu}$$

$$37004000 = 93,75 \times \text{waktu}$$

$$\frac{37004000}{93,75}$$

$$\text{Waktu} = 3947093,3 \text{ kal/gram}$$

$$\text{Waktu} = 3947093,3 \text{ kal/gram}$$

- Lalu kita konversikan menuju ke watt hour :

$$3947093,3 \text{ kal/gram} = 45904.7 \text{ watt hour}$$

- Lalu kita konversikan menuju ke menit :

$$45904.7 \text{ watt hour} = 127.5 \text{ detik} = 2.1 \text{ menit}$$

Kesimpulan

Analisa desain menunjukkan bahwa Dari desain dan simulasi itu kita dapatkan analisa failure pada frame yaitu $1.333.666 \text{ N/m}^2$. Sedangkan gaya yang diperlukan tuas untuk melakukan injeksi adalah sebesar 27,03N. Daya listrik yang dibutuhkan untuk memanaskan heater hingga 200oC adalah 125 watt dimana suhu itu mampu melelehkan resin PE+PP. Sehingga resin dapat diinjeksikan ke cavity molding fishing lure dalam waktu 2,1 menit. Oleh karena itu, dapat menyimpulkan bahwa frame ini sangat reliable untuk digunakan pada mesin penginjeksi molding fishing lure sederhana untuk fabrikasi industry rumah tangga atau UKM.

Daftar Pustaka

- [1] Gregory Lewis, Ian Frigaard, Huaxiong Huang, Tim Myers, Rex Westbrook, Mariana Carrasco-Teja. "Simple Models For An Injection Molding System", Canadian Applied Mathematics Quarterly Volume 12, Number 4, Winter 2004
- [2] J. Nabałek, J. Koszkuł, "The polymer flow in a mold cavity during the injection molding process. Comparison of an experiment and computer simulations", International Scientific Conference Achievement In Mechanical And Material Engineering 2003.
- [3] Poonam G. Shukla, Gaurav P. Shukla, "Design & Fabrication of Pneumatically Operated Plastic Injection Molding Machine". International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT) Volume 2, Issue 7, January 2013
- [4] Lee Shawback, "Branding an injection molding business". *Mechanical Engineering-CIME*. 134.4 (Apr. 2012): p21
- [5] Paul M. Kurowski, "Engineering Analysis with SolidWorks Simulation 2012", **Schroff Development Corporation** 2012
- [6] Frost & Sullivan. "Improved manufacturing technology of polymer parts", *Advanced Manufacturing Technology*. **32.1 (Jan. 15, 2011): p5.**
- [7] Tipler P.A. "Fisika Untuk Sains dan Teknik", Edisi ke 3 Jilid 1, Erlangga, Jakarta 1998.
- [8] Mostafa Abdalla Roeland De Breuker Zafer GÅurdal Jan Hol, "Aircraft Stress Analysis and Structural Design", Reader AE2-521N Version 1.02