

## MODIFIKASI SISTEM CLAMPING DAN INJECTION MOLDING DOUBLE BARREL DENGAN SISTEM HIDROLIK

Fadli Wibawa Saputra<sup>1</sup>, Andreas Yunior Sitompul<sup>2</sup>, Erfindo Despentanto<sup>3</sup>, Migel  
Jeksen Pangaribuan<sup>4</sup>

[fadli4200@gmail.com](mailto:fadli4200@gmail.com)<sup>1</sup>, [juniortompul309@gmail.com](mailto:juniortompul309@gmail.com)<sup>2</sup>, [erfindo99@gmail.com](mailto:erfindo99@gmail.com)<sup>3</sup>,  
[migeljeksenpangaribuan@gmail.com](mailto:migeljeksenpangaribuan@gmail.com)<sup>4</sup>

Universitas Pelita Bangsa

### ABSTRAK

Injection molding adalah proses pencetakan dengan menginjeksikan material lelehan plastik yang disebabkan oleh panas dan gesekan yang terjadi pada barrel ke dalam cetakan (mold). Pada prototipe injection molding double barrel yang berada di Laboratorium pengembangan produksi jurusan Teknik Industri, masih menggunakan sistem manual pada area clamping dan injection. Hal ini masih menyebabkan beberapa kekurangan pada prototipe ini seperti waktu clamping dan injection selain itu mobilitas dari operator tidak terpusat. Masalah tersebut dapat diatasi dengan melakukan modifikasi sistem manual menjadi sistem hidrolik pada bagian clamping dan injection. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil rancangan dan spesifikasi hidrolik yang digunakan, modifikasi ini menggunakan 2 aktuator hidrolik dengan kapasitas clamping 4 ton dan kapasitas injection 2,5 ton. Menggunakan powerpack dengan kapasitas motor 0,75 kW atau 1 Hp 1 Phase dan kapasitas tangki sebesar 10 L.

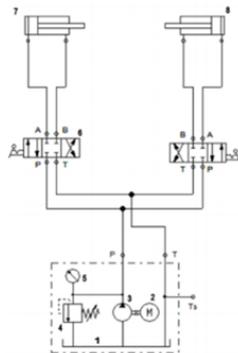
**Kata Kunci:** Injection Molding, Clamping Dan Injection, Hidrolik.

### PENDAHULUAN

Injection molding adalah proses pencetakan dengan menginjeksikan material plastik yang disebabkan oleh panas dan gesekan yang terjadi pada barrel ke dalam cetakan (mold)[1,2]. Sistem pengoperasian pada injection molding terbagi menjadi 2 yaitu sistem manual dan sistem hidrolik, untuk sistem manual pada moveable platen menggunakan handwheel dan pada injection menggunakan tuas untuk menginjeksi lelehan plastik ke dalam mold[3]. Sistem hidrolik digunakan untuk menggerakkan moveable platen dan menginjeksi lelehan plastik ke dalam mold. Sistem hidrolik berfungsi sebagai pengubah daya dengan menggunakan media berupa fluida cair untuk menghasilkan daya yang lebih besar dari daya yang dikeluarkan[4]. Pada prototipe injection molding double barrel yang berada di Laboratorium pengembangan produk jurusan Teknik Industri, masih menggunakan sistem manual pada area clamping dan injection. Pada area tersebut masih menggunakan handwheel dan tuas, sehingga prototipe ini memiliki beberapa kekurangan seperti waktu produksi yang relatif lama untuk sekali produksi dan juga mobilitas pekerja yang tidak terpusat saat melakukan clamping dan injection. Mengatasi hal tersebut maka digunakan sistem hidrolik untuk menggantikan sistem manual. Modifikasi pada penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan rangkaian hidrolik dan juga spesifikasi komponen hidrolik pada bagian clamping dan injection.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Rangkaian Hidrolik



Gambar 1 Rangkaian Hidrolik  
Tabel 1 Komponen Hidrolik

NO	Keterangan
1	Tangki / <i>Reservior</i> Motor
2	Listrik Pompa
3	Hidrolik <i>Relief</i>
4	<i>valve Pressure Gauge</i>
5	<i>Directional Valve 4/3</i>
6	<i>Double acting</i>
7	<i>cylinder clamping</i>
8	<i>Double acting cylinder Injection</i>

#### Analisa *Clamping Force*

*Clamping force* dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$F_c = P \times A \quad (1)$$

$$F_c = 2,76 \times (\text{L. permukaan cetakan } (2 \times ((p \times l) + (p \times t) + (l \times t)) - \text{L. permukaan produk}))$$

$$F_c = 2,76 \times (15400 - 1665,4) \text{ mm}^2$$

$$F_c = 2,76 \text{ Mpa} \times 13735 \text{ mm}^2 = 37908,6 \text{ N} = 3,8655 \text{ Ton} \approx 4 \text{ ton}$$

#### Penentuan Luas Daerah Silinder Piston ( $A_1$ )

$$150 \times \frac{10^5 \text{ N}}{\text{m}^2} = \frac{37908,6 \text{ N}}{A} \quad (2)$$

$$A = \frac{37908,6 \text{ N}}{150 \times 10^5 \text{ N/m}^2}$$

$$A = 25,2 \text{ cm}^2$$

Beban terdapat pada ujung batang piston dan F bergerak kearah piston, maka A dapat disebut  $A_1$ . Lampiran tabel untuk  $A_1$  dengan hasil  $25 \text{ cm}^2$  yang sesuai adalah  $A = 31,2 \text{ cm}^2$

#### Penentuan Luas Daerah Batang Piston ( $A_2$ )

Spesifikasi rasio yang di gunakan pada perancangan hidrolik untuk *Injection molding* adalah 1,25 dengan dan  $A_1 = 31,2 \text{ cm}^2$ . Sehingga dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$1,25 = \frac{31,2 \text{ cm}^2}{A_2} \quad (3)$$

$$A_2 = \frac{31,2 \text{ cm}^2}{1,25}$$

$$A_2 = 24,96 \text{ cm}^2$$

Penentuan luas daerah batang piston pada tabel lampiran 2 yaitu "*hydraulics fluid power – cylinders – bore and rod area rations*" ISO 7181-1991 yang mendekati adalah

$$A_2 = 25 \text{ cm}^2$$

#### Penentuan Diameter dalam silinder ( $D_1$ )

$$A_1 = \frac{\pi}{4} \times D_1^2 \quad (4)$$

$$31,2 \text{ cm}^2 = \frac{\pi}{4} \times D_1^2$$

$$D_1 = \sqrt{\frac{31,2 \text{ cm}^2}{\frac{\pi}{4}}}$$

$$D_1 = 6,30 \text{ cm}$$

$$D_1 = 63 \text{ mm}$$

Dari perhitungan diatas di dapat  $D_1$  adalah 63 mm, aktual diameter dalam silinder yang digunakan adalah 60 mm.

#### Penentuan Diameter Batang Piston ( $d_{bp}$ )

Diketahui bahwa diameter silinder ( $D_1$ ) adalah 6,30 cm dan  $A_2$  adalah  $25 \text{ cm}^2$ . Maka, perhitungan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$25 \text{ cm}^2 = \frac{\pi}{4} (6,32 \text{ cm} - d_{bp})^2$$

$$d_{bp} = 28 \text{ mm}$$

Dari perhitungan diatas di dapat untuk diameter dalam silinder ( $d_{bp}$ ) adalah 28 mm, aktual diameter batang silinder yang digunakan adalah 30 mm.

#### Penentuan Tebal dinding silinder ( $t_d$ )

$$t_d = \frac{PD_1}{2 \sigma_{izin}} + C \quad (5)$$

Material yang digunakan adalah baja khrom Nikel Molibdenum (JIS G 4103 SNCM25) dengan kekuatan tarik sebesar  $120 \text{ kg/m}^2$  serta faktor keamanan yang digunakan adalah 8 serta penentuan untuk faktor korosi digunakan  $3 \text{ mm}$ , tebal dinding dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$t_d = \frac{15 \times 10^6 \text{ N/m}^2 \times 0,063}{2 \times 147,0997 \times 10^6 \text{ N/m}^2} + 0,003$$

$$t_d = 6,21 \text{ mm}$$

#### Penentuan Diameter luar silinder ( $D_0$ )

Diameter luar silinder ( $D_0$ ) dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$D_0 = D_1 + 2 \times t_d \quad (6)$$

$$D_0 = 0,063 \text{ m} + 2 \times 0,00621 \text{ m}$$

$$D_0 = 75,42 \text{ mm}$$

#### Penentuan Volume Hidrolik Silinder

Volume hidrolik silinder dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$V_1 = A_1 \times S \quad (7)$$

$$V_1 = 3,12 \times 10^{-3} (\text{m}^2) \times 0,05 (\text{m})$$

$$V_1 = 1,56 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

Volume silinder batang piston ( $V_2$ )

$$V_2 = 2,5 \times 10^{-3} (\text{m}^2) \times 0,05 (\text{m})$$

$$V_2 = 1,25 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

#### Penentuan Kapasitas Laju Aliran Fluida Pada Silinder

Kapasitas laju aliran fluida pada silinder dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$Q_1 = \frac{V_1}{t} \quad (8)$$

$$Q_1 = \frac{1,56 \times 10^{-4} \text{ m}^3}{6 \text{ s}}$$

$$Q_1 = 2,6 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

Hasil dari perhitungan diatas kapasitas laju aliran fluida pada silinder penuh adalah  $2,6 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ .

Sedangkan untuk menghitung laju fluida diketahui volume silinder pada batang piston adalah  $V_2 = 1,25 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ . Maka, dapat dilakukan perhitungan dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q_2 = \frac{1,25 \times 10^{-4} \text{ m}^3}{5 \text{ s}}$$

$$Q_2 = 2 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

#### Penentuan Ukuran Pipa Utama Jalur Fluida

Jalur pipa utama merupakan jalur pipa antara pompa menuju *block* katup (*directional valve*) dan *flow control* utama. Bilangan *reynold* ditentukan dengan  $Re = 2000$ , agar aliran tetap laminar, untuk menentukan diameter pipa digunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_{total} = Q_{kerja} = Q_1 + Q_2 \quad (9)$$

$$Q_{total} = 2,6 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s} + 2 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{total} = 4,6 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

Berikutnya menghitung diameter pipa utama dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$d_p = \frac{4 \times Q_{kerja}}{Re \times \pi \times v} \quad (10)$$

$$d_p = \frac{4 \times 4,6 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}}{2000 \times \pi \times 25 \times 10^{-6}}$$

$$d_p = 1,17 \text{ mm}$$

Material yang digunakan untuk saluran utama pipa fluida yaitu baja dan memiliki *safety factor* dalam kondisi *steady load* dengan nilai 6, sehingga dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$d_p = 1,17 \text{ mm} \times 6$$

$$d_p = 7,02 \text{ mm}$$

#### Penentuan Ukuran Pipa Aktuator Tekan (Pressure)

Menentukan ukuran pipa aktuator tekan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$d_{pan} = \frac{4 \times 2,6 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}}{2000 \times \pi \times 25 \times 10^{-6}}$$

$$d_{pan} = 0,66 \text{ mm}$$

Material yang digunakan untuk saluran utama pipa fluida yaitu baja dan memiliki *safety factor* dalam kondisi *steady load* dengan nilai 6, sehingga dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$d_{pan} = 0,66 \text{ mm} \times 6$$

$$d_{pan} = 3,96 \text{ mm}$$

#### Penentuan Ukuran Pipa Aktuator Hisap

Menentukan ukuran pipa aktuator hisap dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$d_{pis} = \frac{4 \times 2 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}}{2000 \times \pi \times 25 \times 10^{-6}}$$

$$d_{pis} = 0,5 \text{ mm}$$

Material yang digunakan untuk saluran utama pipa fluida yaitu baja dan memiliki *safety factor* dalam kondisi *steady load* dengan nilai 6, sehingga dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$d_{pis} = 0,5 \text{ mm} \times 6$$

$$d_{pis} = 3 \text{ mm}$$

#### Penentuan Kecepatan aliran fluida

Kecepatan aliran fluida di bagi menjadi 2 saluran, yaitu saluran fluida aktuator ( $Q_p$ ) dengan kapasitas aliran fluida dalam silinder hidrolik ( $Q_s$ ). Dalam penentuan kecepatan aliran fluida dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_p = Q_s \quad (11)$$

$$V_p \times A_p = V_s \times A_s \quad (12)$$

Maka, menentukan kecepatan aliran fluida dalam pipa aktuator tekan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$V_{pa} = \frac{\frac{\pi}{4} \times (D_1^2 - D_{bp}^2)}{\frac{\pi}{4} \times D_{pan}^2} \times \frac{s}{t} \quad (13)$$

$$V_{pa} = \frac{\frac{\pi}{4} \times (0,060^2 - 0,025^2) \text{ m}}{\frac{\pi}{4} \times 0,004^2} \times \frac{0,05}{6}$$

$$V_{pa} = 1,54 \text{ m/s}$$

Sedangkan untuk menghitung kecepatan aliran fluida dalam silinder hidrolik dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$V_{pis} = \frac{A_s}{A_p} \times \frac{A_s}{A_p} \quad (14)$$

$$V_{pis} = \frac{\frac{\pi}{4} \times (D_1^2)}{\frac{\pi}{4} \times D_{pis}^2} \times \frac{s}{t}$$

$$V_{pis} = \frac{\frac{\pi}{4} \times (0,060^2) \text{ m}}{\frac{\pi}{4} \times 0,004^2} \times \frac{0,05}{6}$$

$$V_{pis} = 1,87 \text{ m/s}$$

#### Analisa Injection force

*Injection force* dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$F_c = P \times A \quad (15)$$

$$F_c = 60,9 \times (23^2)$$

$$F_c = 60,9 \times 415,475 \text{ mm}^2 = 25302,46 \text{ N} = 2.5801 \text{ Ton}$$

#### Penentuan Luas Daerah Silinder Piston ( $A_1$ )

$$150 \times \frac{10^5 \text{ N}}{\text{m}^2} = \frac{25302,46 \text{ N}}{A} \quad (16)$$

$$A = \frac{25302,46 \text{ N}}{150 \times 10^5 \text{ N/m}^2}$$

$$A = 16,8 \text{ cm}^2$$

Beban terdapat pada ujung batang piston dan F bergerak kearah piston, maka A dapat disebut  $A_1$ . Lampiran tabel untuk  $A_1$  dengan hasil  $16,8 \text{ cm}^2$  yang sesuai adalah  $A = 19,6 \text{ cm}^2$

#### Penentuan Luas Daerah Batang Piston ( $A_2$ )

Spesifikasi rasio yang di gunakan pada perancangan hidrolik untuk *Injection molding* adalah 1,25 dengan dan  $A_1 = 31,2 \text{ cm}^2$ . Sehingga dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$1,25 = \frac{19,6 \text{ cm}^2}{A_2} \quad (17)$$

$$A_2 = \frac{19,6 \text{ cm}^2}{1,25}$$

$$A_2 = 15,68 \text{ cm}^2$$

Penentuan luas daerah batang piston pada tabel lampiran 2 yaitu "*hydraulics fluid power – cylinders – bore and rod area ratios*" ISO 7181-1991 yang mendekati adalah  $A_2 = 15,8 \text{ cm}^2$

#### Penentuan Diameter dalam silinder ( $D_1$ )

$$A_1 = \frac{\pi}{4} \times D_1^2 \quad (18)$$

$$19,6 \text{ cm}^2 = \frac{\pi}{4} \times D_1^2$$

$$D_1 = \sqrt{\frac{19,6 \text{ cm}^2}{\frac{\pi}{4}}}$$

$$D_1 = 4,99 \text{ cm}$$

$$D_1 = 49 \text{ mm} \approx 50 \text{ mm}$$

Dari perhitungan diatas di dapat  $D_1$  adalah 50 mm, aktual diameter dalam silinder yang digunakan adalah 50 mm.

#### Penentuan Diameter Batang Piston ( $d_{bp}$ )

Diketahui bahwa diameter silinder ( $D_1$ ) adalah 5 cm dan  $A_2$  adalah 15,8  $\text{cm}^2$ . Maka, perhitungan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$15,8 \text{ cm}^2 = \frac{\pi}{4} (5^2 \text{ cm} - d_{bp}^2)$$

$$d_{bp} = 22 \text{ mm}$$

Dari perhitungan diatas di dapat untuk diameter dalam silinder ( $d_{bp}$ ) adalah 22 mm, aktual diameter batang silinder yang digunakan adalah 30 mm.

#### Penentuan Tebal dinding silinder ( $t_d$ )

$$t_d = \frac{PD_1}{2 \sigma_{izin}} + C \quad (19)$$

Material yang digunakan adalah baja khrom Nikel Molibdenum (JIS G 4103 SNCM25) dengan kekuatan tarik sebesar 120  $\text{kgf/m}^2$  serta faktor keamanan yang digunakan adalah 8 serta penentuan untuk faktor korosi digunakan 3 mm, tebal dinding dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$t_d = \frac{15 \times 10^6 \text{ N/m}^2 \times 0,050}{2 \times 147,0997 \times 10^6 \text{ N/m}^2} + 0,003$$

$$t_d = 5,54 \text{ mm}$$

#### Penentuan Diameter luar silinder ( $D_0$ )

Diameter luar silinder ( $D_0$ ) dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$D_0 = D_1 + 2 \times t_d \quad (20)$$

$$D_0 = 0,050 \text{ m} + 2 \times 0,00554 \text{ m}$$

$$D_0 = 61,08 \text{ mm}$$

#### Penentuan Volume Hidrolik Silinder

Volume hidrolik silinder dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$V_1 = A_1 \times S \quad (21)$$

$$V_1 = 1,96 \times 10^{-3} \text{ (m}^2) \times 0,14 \text{ (m)}$$

$$V_1 = 2,744 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

Volume silinder batang piston ( $V_2$ )

$$V_2 = 1,58 \times 10^{-3} \text{ (m}^2) \times 0,14 \text{ (m)}$$

$$V_2 = 2,21 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

#### Penentuan Kapasitas Laju Aliran Fluida Pada Silinder

Kapasitas laju aliran fluida pada silinder dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$Q_1 = \frac{V_1}{t} \quad (22)$$

$$Q_1 = \frac{2,744 \times 10^{-4} \text{ m}^3}{12 \text{ s}}$$

$$Q_1 = 2,28 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

Hasil dari perhitungan diatas kapasitas laju aliran fluida pada silinder penuh adalah  $2,28 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ .

Sedangkan untuk menghitung laju fluida diketahui volume silinder pada batang piston adalah  $V_2 = 2,21 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ . Maka, dapat dilakukan perhitungan dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q_2 = \frac{2,21 \times 10^{-4} \text{ m}^3}{12 \text{ s}}$$

$$Q_2 = 1,84 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

#### Penentuan Ukuran Pipa Utama Jalur Fluida

Jalur pipa utama merupakan jalur pipa antara pompa menuju *block* katup (*directional valve*) dan *flow control* utama. Bilangan *reynold* ditentukan dengan  $Re = 2000$ , agar aliran tetap laminar, untuk menentukan diameter pipa digunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_{total} = Q_{kerja} + Q_2 \quad (23)$$

$$Q_{total} = 2,28 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s} + 1,84 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{total} = 4,12 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

Berikutnya menghitung diameter pipa utama dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$d_p = \frac{4 \times Q_{kerja}}{Re \times \pi \times v} \quad (24)$$

$$d_p = \frac{4 \times 4,12 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}}{2000 \times \pi \times 25 \times 10^{-6}}$$

$$d_p = 1,04 \text{ mm}$$

Material yang digunakan untuk saluran utama pipa fluida yaitu baja dan memiliki *safety factor* dalam kondisi *steady load* dengan nilai 6, sehingga dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$d_p = 1,04 \text{ mm} \times 6$$

$$d_p = 6,24 \text{ mm}$$

#### Penentuan Ukuran Pipa Aktuator Tekan (Pressure)

Menentukan ukuran pipa aktuator tekan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$d_{pan} = \frac{4 \cdot 2,28 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}}{2000 \times \pi \times 25 \times 10^{-6}}$$

$$d_{pan} = 0,58 \text{ mm}$$

Material yang digunakan untuk saluran utama pipa fluida yaitu baja dan memiliki *safety factor* dalam kondisi *steady load* dengan nilai 6, sehingga dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$d_{pan} = 0,58 \text{ mm} \times 6$$
$$d_{pan} = 3,48 \text{ mm}$$

#### Penentuan Ukuran Pipa Aktuator Hisap

Menentukan ukuran pipa aktuator hisap dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$d_{pis} = \frac{4 \times 1,84 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}}{2000 \times \pi \times 25 \times 10^{-6}}$$

$$d_{pis} = 0,46 \text{ mm}$$

Material yang digunakan untuk saluran utama pipa fluida yaitu baja dan memiliki *safety factor* dalam kondisi *steady load* dengan nilai 6, sehingga dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$d_{pan} = 0,46 \text{ mm} \times 6$$
$$d_{pan} = 2,76 \text{ mm}$$

#### Penentuan Kecepatan aliran fluida

Kecepatan aliran fluida di bagi menjadi 2 saluran, yaitu saluran fluida aktuator ( $Q_p$ ) dengan kapasitas aliran fluida dalam silinder hidrolik ( $Q_s$ ). Dalam penentuan kecepatan aliran fluida dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_p = Q_s \quad (25)$$

$$V_p \times A_p = V_s \times A_s \quad (26)$$

Maka, menentukan kecepatan aliran fluida dalam pipa aktuator tekan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$V_{pa} = \frac{\frac{\pi}{4} \times (D_1^2 - D_{bn}^2)}{\frac{\pi}{4} \times D_{pan}^2} \times \frac{s}{t} \quad (27)$$

$$W_p = 0,73 \text{ Kw}$$

Daya motor yang dihasilkan hidrolik yaitu 0,73 kW. Kondisi aktual motor yang digunakan adalah motor listrik dengan daya 0,75 kW atau 1 phase 1 Hp, sehingga penggunaan motor di kategorikan aman.

#### Penentuan Tangki Oli

Menentukan kapasitas tangki oli yang digunakan untuk *powerpack* dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$V_{tank} = (V_s + V_p) \quad (30)$$

$$V_{tank} = (1,25 \times 10^{-4} \text{ m}^3 + 2,21 \times 10^{-4} \text{ m}^3) + 17,99 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$V_{tank} = 5,2 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$V_{tank} = 0,52 \text{ Liter}$$

Kapasitas tangki yang dibutuhkan untuk sistem hidrolik pada mesin *injection molding double barrel* dalam satu siklus adalah adalah  $V_{tank} = 0,52 \text{ Liter}$  dalam satu siklus. Spesifikasi *powerpack* secara aktual menggunakan kapasitas 10 Liter dengan 20 siklus yang terjadi saat mesin *injection molding double barrel* digunakan pada proses produksi.

$$V_{pa} = \frac{\frac{\pi}{4} \times (0,050^2 - 0,025^2) \text{ m}}{\frac{\pi}{4} \times 0,004^2} \times \frac{0,14}{12}$$

$$V_{pa} = 1,36 \text{ m/s}$$

Sedangkan untuk menghitung kecepatan aliran fluida dalam silinder hidrolik dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$V_{pis} = \frac{A_s}{A_p} \times \frac{A_s}{A_p} \quad (28)$$

$$V_{pis} = \frac{\frac{\pi}{4} \times (D_1^2)}{\frac{\pi}{4} \times D_{pis}^2} \times \frac{s}{t}$$

$$V_{pis} = \frac{\frac{\pi}{4} \cdot (0,050) \text{ m}}{\frac{\pi}{4} \cdot 0,004^2} \times \frac{0,14}{12}$$

$$V_{pis} = 1,82 \text{ m/s}$$

#### Penentuan Power supply Hidrolik

Power supply dapat ditentukan dengan menghitung persamaan berikut.

$$W_p = \frac{150,886 \times 10^5 \left[ \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right] \times 4,12 \times 10^{-5} \text{ [m}^3/\text{s]}}{0,85} \quad (29)$$

## **KESIMPULAN**

Pada penelitian ini melakukan modifikasi sistem manual pada bagian clamping dan injection dengan sistem hidrolik. Pada bagian clamping digunakan double acting cylinder dengan kapasitas 4 ton dengan dimensi batang dan silinder sebagai berikut : Ø dalam 60 mm, Ø luar 70 mm, Ø batang 30 mm dengan panjang langkah 50 mm dan bagian injection 2,5 ton dengan dimensi batang dan silinder sebagai berikut : Ø dalam 60 mm, Ø luar 50 mm, Ø batang 25 mm dengan panjang langkah 1400 mm. Pada sistem pengatur menggunakan directional valve, menggunakan motor dengan 1 Hp 1 Phase dan kapasitas tangki 10 L.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- M. C. Anwar, C. Budiyanoro, and T. Thoharudin, *JMPM (Jurnal Material Dan Proses Manufaktur)* 2, 56 (2018).
- M. Czepiel, M. Bańkosz, and A. Sobczak-Kupiec, *Materials* 16, 5802 (2023).
- K. Hehl, United States Patent Hehl 54 HYDRAULIC ARRANGEMENT FOR INJECTION-MOLDINGAPPARATUS (1969).
- W. T. Bhirawa, *Jurnal Teknologi Industri* 6, (2021). 5. I. N. Gusniar, *Barometer* 3, 130 (2018).
- W. Wijaya and A. Deharisdi, *Rekayasa Industri Dan Mesin (ReTIMS)* 5, 33 (2023).
- G.-Y. Liou, W.-J. Su, F.-J. Cheng, C.-H. Chang, R.-H. Tseng, S.-J. Hwang, H.-S. Peng, and H.-Y. Chu, *Polymers (Basel)* 15, 610 (2023).
- M. Fadhillah, N. Eko, and I. Nuriskasari, in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin (2022)*, pp. 313–321. 9. E. Meladiyani, B. Permana, M. Marsudi, and A. Zayadi, *Jurnal Ilmiah Giga* 21, 33 (2018).
- N. Noor and B. Triyono, in *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar (2020)*, pp. 222–227.