

PENGARUH DIAMETER ROLLER TERHADAP DEBIT POMPA PERISTALTIK

Lutfi Eko Maryanto¹, Basyirun², Samsudin Anis³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang
Email: luthfiekamaryanto@gmail.com

Abstrak. Pompa peristaltik merupakan jenis pompa perpindahan positif. Fluida pada pompa peristaltik mengalir di dalam pipa dan tidak terkontaminasi oleh elemen pompa. Pompa peristaltik sering digunakan untuk memompa obat infus dengan jumlah dosis yang tinggi. Besarnya volume yang dialirkan menyebabkan proses transfer infus menjadi lebih singkat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh diameter roller terhadap debit yang dihasilkan. Variasi diameter roller 6 mm, 8 mm, 10 mm, 12 mm, 14 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi jumlah 3 roller dengan diameter 6 mm menghasilkan debit paling optimal yaitu 354,1 ml/menit. Semakin kecil diameter yang digunakan pada mekanisme pompa peristaltik semakin menambah debit yang dihasilkan.

Kata Kunci : pompa peristaltik; roller; debit.

PENDAHULUAN

Pompa adalah salah satu jenis mesin fluida yang berfungsi untuk memberikan energi kepada fluida sehingga dapat dipindahkan dari suatu tempat ke tempat lain. Fluida yang mengalir pada pompa karena adanya perbedaan tekanan. Tekanan pada sisi isap pompa lebih rendah daripada tekanan pada sisi buang. Berdasarkan prinsip kerjanya pompa dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu *positive displacement pump*, *dynamic pump*, dan *special effect pump* (Hariady, 2013: 30).

Pompa kerja positif dapat diklasifikasikan menjadi tiga berdasarkan prinsip kerjanya yaitu pompa resiprokal (*reciprocating pump*), pompa putar (*rotary pump*), dan pompa tiupan (*blow case pump*). Pompa yang termasuk dalam jenis pompa putar ini yaitu pompa baling-baling, pompa roda gigi, dan pompa ulir. Pompa peristaltik termasuk ke dalam jenis pompa perpindahan positif (Pagar, 2016: 211).

Debit merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk memilih jenis pompa. Kapasitas atau debit adalah volum fluida yang dipindahkan oleh pompa dari sisi isap ke sisi buang setiap satuan waktu. Debit juga diartikan sebagai kecepatan fluida mengalir pada luas tempat yang dilaluinya. Debit pompa dihitung menggunakan persamaan berikut (Kustanto, 2011: 3).

$$Q = V / t = v \times A \dots \dots \dots (1)$$

dimana:

Q = debit atau kapasitas aliran ($m^3/detik$)

V = volume fluida (m^3)

A = luas penampang (m^2)

v = kecepatan aliran ($m/detik$)

t = waktu ($detik$)

Penggunaan pompa peristaltik terapkan pada dunia industri dan dunia medis. Pada dunia medis, pompa peristaltik diaplikasikan sebagai alat pemindah cairan pada alat infus pump (Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2014: 32). Hal ini karena pompa peristaltik memiliki keunikan dalam mengalirkan fluida. Pompa peristaltik digunakan untuk memindahkan fluida steril atau untuk fluida yang bersifat korosif. Fluida pada pompa peristaltik mengalir didalam pipa dan tidak terkontaminasi oleh elemen pompa (Swaminathan, 2013: 48).

Pompa peristaltik memerlukan volume yang besar untuk dapat mengalirkan cairan infus dosis tinggi. Besarnya volume yang dialirkan menyebabkan proses transfer infus menjadi lebih singkat. Debit pompa peristaltik umumnya masih tergolong rendah yaitu 0,1 ml/menit sampai 1000 ml/menit. Nilai debit pompa peristaltik berbeda sesuai dengan daya yang digunakan dan faktor-faktor lain. Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya debit pada pompa peristaltik diantaranya besar diameter dalam pipa, densitas fluida, viskositas fluida, dan kecepatan pemompaan (Ahamed, 2016: 155).

Proses pemompaan pada pompa peristaltik memiliki cara yang unik. Fluida yang dipompa berada dalam pipa dan tidak bersentuhan langsung dengan elemen pompa lainnya. Pipa ditekan oleh *roller* pompa sehingga fluida pada sisi isap menjadi vakum akibat tekanan tersebut. Kemudian *roller* tersebut mendorong pipa dan menyebabkan fluida yang di dalamnya masuk dan bergerak memutar dinding rumah pompa. *Roller* menekan pipa dan bergerak memutar tersebut mengakibatkan fluida dapat terdorong keluar ke sisi buang.

Jenis aktuator yang digunakan untuk menekan pipa pada pompa peristaltik diantaranya bantalan berpegas, bantalan, dan *roller*. Penggunaan *roller* sebagai aktuator memiliki kelebihan yaitu dapat meminimalisir gesekan yang terjadi antara *roller* dengan pipa. Selain itu, penggunaan *roller* dapat meningkatkan masa pakai pipa. Jenis *roller* pada mekanisme pompa peristaltik lebih sedikit membutuhkan pelumas daripada jenis lainnya karena *roller* ikut berputar mengitari rumah pompa.

Penggunaan diameter *roller* mempengaruhi nilai debit yang dihasilkan. Pada proses pemompaan, pipa terisi oleh fluida sebesar volume yang dapat ditampung pipa. *Roller* pada pompa peristaltik. Sedangkan pada proses pemompaan, *roller* berfungsi menekan pipa dan bergerak me-

mutari dinding pompa agar fluida dapat berpindah dari sisi isap ke sisi buang. Semakin besarnya diameter *roller* akan menambah luas permukaan yang menekan pipa. Hal ini menyebabkan semakin kecil volume fluida yang dapat ditransfer.

Volume dari pipa adalah tabung dan tingginya diasumsikan sama dengan keliling rumah pompa yang berbentuk lingkaran tidak utuh. Volume dari pipa kemudian dikurangi volume pipa yang ditekan oleh *roller*. Sehingga diameter *roller* akan berpengaruh pada luas pipa yang ditekan *roller*. Perhitungan pengaruh besarnya diameter *roller* dapat ditulis dengan persamaan 1 berikut (Kustanto, 2011: 3).

$$Q = V / t_1$$

$$V = V_{\text{pipa}} - V_{\text{roller}}$$

$$V = \pi r_{\text{pipa}}^2 t_2 - (L_1 d_{\text{pipa}}) \dots \dots \dots (1)$$

dimana:

- Q = debit pompa (m³/detik)
- V_{pipa} = volume pipa (m³)
- V_{roller} = volume pipa yang ditekan *roller* (m³)
- r_{pipa} = jari-jari pipa bagian dalam (m)
- L₁ = Luas bagian *roller* yang menekan pipa (m²)
- d_{pipa} = diameter pipa bagian dalam (m)
- t₁ = waktu (detik)
- t₂ = tinggi (m)

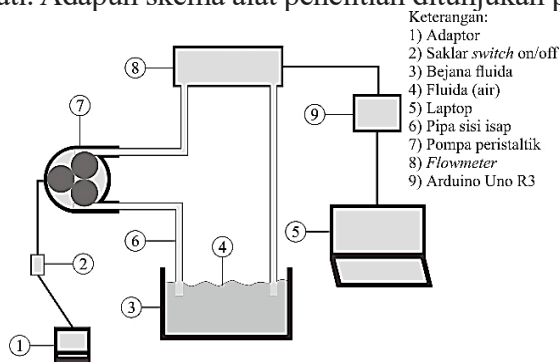
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh diameter *roller* yang digunakan terhadap debit yang dihasilkan pompa peristaltik. Penelitian ini bermanfaat untuk mengembangkan desain yang dapat menghasilkan debit pompa yang optimal. Selain itu, penelitian ini dapat dijadikan literatur penelitian yang sejenis dalam usaha mengembangkan debit pompa peristaltik.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen (experimental research). Penelitian eksperimen adalah penelitian yang bertujuan untuk mengetahui hubungan sebab akibat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh diameter *roller* terhadap debit pompa peristaltik. Tinggi permukaan air, sisi isap dan sisi buang adalah sama sehingga nilai *head* ketinggian konstan setiap pengujian. Data penelitian dicatat dalam lembar observasi dan dilaksanakan satu hari. Jeda pengambilan data yaitu 10 menit untuk menjaga temperatur motor pompa stabil.

Proses pengumpulan data penelitian memiliki urutan kegiatan untuk menguji pengaruh di-

ameter *roller*. Urutan kegiatan harus dilakukan secara runtut agar proses pengujian variabel dapat diamati. Adapun skema alat penelitian ditunjukkan pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Skema Penelitian

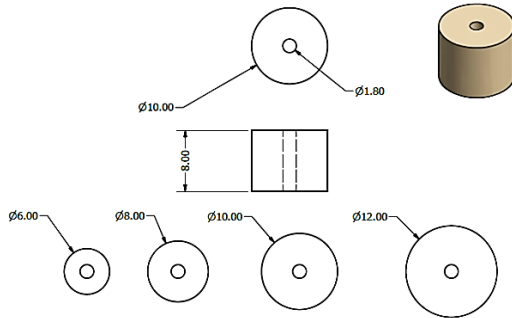
Alat Penelitian

- a. Pompa peristaltik dengan tegangan motor 12 v
- b. Pipa silikon dengan diameter dalam 3 mm dan diameter luar 3,8 mm
- c. *Roller* pompa peristaltik menggunakan material polimetil metakrilat
- d. Adaptor dengan tegangan 10 v
- e. Bejana penampung air
- f. *Flowmeter* sensor dengan jangkauan pembacaan 0,15 L – 1,5 L/menit
- g. Gelas ukur 100 ml
- h. Arduino UNO R3
- i. Laptop Toshiba Satellite C600
- j. Tachometer digital DT-2234C+

Bahan Penelitian

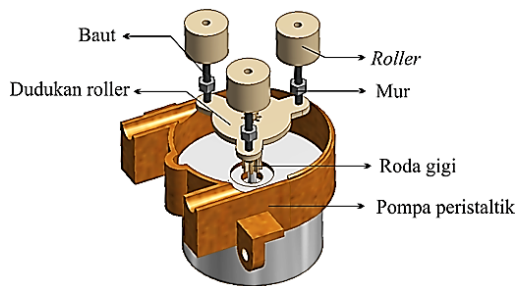
1. Air (Fluida)
2. Pelumas gemuk vaselin

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi variabel terikat. Variabel bebas yang diteliti adalah diameter *roller*. Diameter *roller* yang diteliti yaitu 6 mm, 8 mm, 10 mm, 12 mm, 14 mm dapat dilihat pada Gambar 2. Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini adalah debit pompa.



Gambar 2. Variasi Diameter Roller

Dudukan *roller* dan *roller* pada penelitian ini dibuat menggunakan bahan polimetil metakrilat. Polimetil metakrilat merupakan material yang kuat dan ringan. Selain itu, proses pengerjaan material ini menggunakan *cutting laser* dapat meningkatkan tingkat presisi yang tinggi. Kepadatan polimetil metakrilat antara 1,17 - 1,20 g/cm³ (Pahar, 2016: 1). Susunan instalasi pompa pada penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Instalasi Pompa pada Penelitian

Penelitian pengaruh diameter *roller* memiliki lima variasi yang diuji. Jumlah *roller* yang digunakan adalah 3 *roller*. Setiap pengujian variasi diameter *roller* dilakukan sebanyak tiga kali untuk mendapatkan data yang valid.

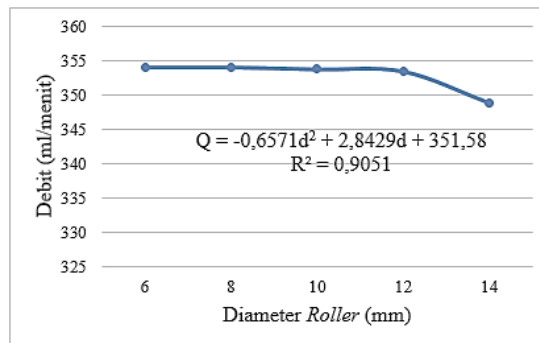
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data pengaruh diameter *roller* dilakukan terhadap lima variasi diameter *roller* yaitu 6 mm, 8 mm, 10 mm, 12 mm, dan 14 mm. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali untuk masing-masing variasi diameter *roller* kemudian data tersebut diambil rata-ratanya. Hasil dari pengujian diameter *roller* disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 4 sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil Pengujian Variasi Diameter Roller

Tabel 4. Pengujian Pengaruh Diameter Roller terhadap Debit

Jumlah Roller	Diameter Roller (mm)	Jumlah Debit (ml/menit)	Putaran (RPM)
3	6	354,1	3745
	8	354,1	3709
	10	353,8	3670
	12	353,5	3644
	14	348,9	3635



Gambar 4. Grafik Hubungan Diameter Roller terhadap Debit

Berdasarkan Data pada Tabel 1 dan Gambar 4 menunjukkan bahwa besar diameter roller mempunyai pengaruh terhadap debit yang dihasilkan. Pengujian besar diameter roller pada 6 mm, 8 mm, 10 mm, 12 mm, dan 14 mm memiliki kecenderungan peningkatan nilai debit. Hal ini dikarenakan volume air pada pipa semakin banyak akibat menurunnya daerah pada pipa yang menerima tekanan roller. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Swaminathan dkk (2012: 51).

Terdapat pengaruh penggunaan diameter roller terhadap debit dengan penurunan debit yang relatif kecil. Selain itu, pengaruh penggunaan diameter roller terhadap putaran roller juga tidak signifikan. Fluida pada pompa peristaltik dialirkan melalui pipa dan roller berfungsi sebagai pembuat aliran fluida. Besar diameter roller mengurangi jumlah volume air yang mengalir dalam pipa. Volume air tersebut berkurang karena ada bagian pada pipa yang ditekan oleh roller. Hal ini terjadi karena gerakan roller memutar dinding rumah pompa untuk menekan pipa.

Semakin besar diameter roller yang digunakan akan semakin luas daerah yang ditekan oleh roller. Luas daerah yang ditekan roller mengurangi debit yang dihasilkan pompa. Semakin luas daerah pipa yang menerima tekanan roller maka semakin banyak pengurangan volume.

Luas daerah pipa yang beririsan dengan roller dihitung menggunakan bantuan aplikasi inventor. Luas perpotongan pipa dengan roller berbanding lurus dengan besar diameter roller yang digunakan. Secara teoritis, volume yang hilang akibat roller dapat dihitung menggunakan persamaan (2).

Diketahui pipa yang digunakan berdiameter luar 3,8 mm dan diameter dalam 3 mm. Panjang pipa yang dijadikan lintasan *roller* yaitu 83 mm. Penggunaan diameter 6 mm dan 8 mm mempengaruhi volume pipa yang terisi air. Diameter *roller* menekan pipa sehingga mengurangi volume fluida yang dapat terisi pada pipa. Luas *roller* yang beririsan dengan pipa dihitung menggunakan aplikasi inventor. Perhitungan pengaruh diameter *roller* 6 mm dan 8 mm terhadap volume disajikan berturut-turut pada persamaan (2) dan (3) sebagai berikut.

$$V = \pi r_{\text{pipa}}^2 t - (L_6 d_{\text{pipa}}) \dots\dots\dots(2)$$

$$V = 3,14 \times 1 \times 1 \times 102 - 8,962 \times 3$$

$$V = 260,62 - 26,886$$

$$V = 233,743 \text{ mm}^3$$

$$V = 233,743 \times 10^{-9} \text{ m}^3$$

$$V = \pi r_{\text{pipa}}^2 t - (L_8 d_{\text{pipa}}) \dots\dots\dots(3)$$

$$V = 3,14 \times 1 \times 1 \times 83 - 11,176 \times 3$$

$$V = 260,62 - 33,528$$

$$V = 227,092 \text{ mm}^3$$

$$V = 227,092 \times 10^{-9} \text{ m}^3$$

Berdasarkan persamaan 2 dan 4 , diameter *roller* mempengaruhi volume fluida yang dapat dialirkan. Persamaan 2 dan 3 menunjukkan bahwa volume pipa yang menggunakan *roller* berdiameter 6 mm lebih besar dibandingkan menggunakan *roller* berdiameter 8 mm. Selisih volume pipa yang terisi fluida antara penggunaan *roller* dengan diameter 6 mm dan 8 mm adalah 4,426 mm³.

Penggunaan *roller* dengan diameter 6 mm dapat meminimalkan gesekan yang terjadi antara *roller* dengan pipa daripada *roller* diameter 8 mm. Hal ini dibuktikan dengan putaran pada *roller* dengan diameter 6 mm lebih besar daripada *roller* diameter 8 mm. Secara ekonomis, penggunaan *roller* berdiameter kecil dapat meminimalisir biaya pembuatan daripada menggunakan *roller* berdiameter besar. Namun, secara teknis menggunakan *roller* berdiameter kecil memerlukan ketelitian lebih tinggi.

SIMPULAN

Hasil pengujian penelitian pengaruh diameter *roller* menunjukkan terjadinya perubahan terhadap debit pompa peristaltik. Berdasarkan analisis dan pembahasan dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penggunaan diameter *roller* pada mekanisme pompa

peristaltik mempengaruhi nilai debit yang dihasilkan, namun tidak signifikan. Besar diameter *roller* yang digunakan mempengaruhi volume pipa yang dapat diisi fluida. Debit maksimal didapat pada pengujian jumlah *roller* 3 dengan diameter *roller* 6 mm yaitu 354,1 ml/menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahamed, M. F., Atique, S. , Munshi, M. A. K., & Koironen, T. 2016. The Fluid Structure Interaction Analysis of a Peristaltic Pump Pump: Basics and Analysis. *American Journal of Engineering Research*, 5 (12): 155-167.
- Hariady, S. 2014. Analisa Kerusakan Pompa Sentrifugal 53-101c WTU Sungai Gerong PT. Pertamina RU III Plaju. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 2 (1): 29-42.
- Kepmenkes Nomor 118. 2014. *Kompendium Alat Kesehatan*. 21 April 2014. Jakarta.
- Kustanto, H., J. Y. Prihatin. 2011. Kajian Pengaruh Variasi Diameter Pipa Hisap Pvc Pada Sistem Perpipaan Tunggal Pompa Sanyo. *Jurnal Teknik*, 8 (1): 1-9.
- Lakemedelsverket. 2014. *Infusion pumps*. Uppsala. Lakemedelsverket.
- Pagar, G. J., Varade, B. V. 2016. An Overview of Vibrational Analysis of Peristaltic Pump International. *Journal of Recent Trends in Engineering & Research*, 2 (12): 211-214.
- Pahar, E. 2016. A Review Article on Acrylic PMMA. *Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 13 (2): 1-4.
- Swaminathan, N. R., Reddy, V. D., Krishnaiah. G., Venkateswarlu. 2013. Design and Fabrication of a Pump for Peristaltic Flow of Variable Viscosity Fluids. *International Journal of Advancements in Research & Technology*, 2 (12): 47-52.