

ANALISIS KARAKTERISTIK ALIRAN PADA POMPA AIR SAWAH

Achmad Rijanto¹⁾, Suesthi Rahayuningsih²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Islam Majapahit

²⁾Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Islam Majapahit

E-mail: 2rijanto1970@unim.ac.id

Abstrak

Karakteristik aliran air yang terjadi pada pompa air sawah sangat penting untuk diketahui, karena berpengaruh pada kecepatan aliran pada sistem perpipaan dan juga koefisien kerugian gesek. Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis karakteristik dan kecepatan aliran air pada pompa air sawah. Metode penelitian ini adalah menggunakan analisis penghitungan bilangan Reynolds (Re) dan kecepatan aliran air berdasarkan spesifikasi pompa air sawah. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa pompa air sawah dengan spesifikasi diameter pipa hisap dan pipa dorong masing-masing 3 inci dan kapasitas aliran maksimal 1000 liter/ menit mempunyai karakteristik aliran air turbulen dengan bilangan Reynolds (Re) sebesar $2,78 \times 10^5$ dan kecepatan aliran air sebesar 3,664 m/s pada pipa hisap dan pipa dorong.

Kata kunci: aliran turbulen, bilangan Reynolds, pipa dorong, pipa hisap, pompa air sawah

Pendahuluan

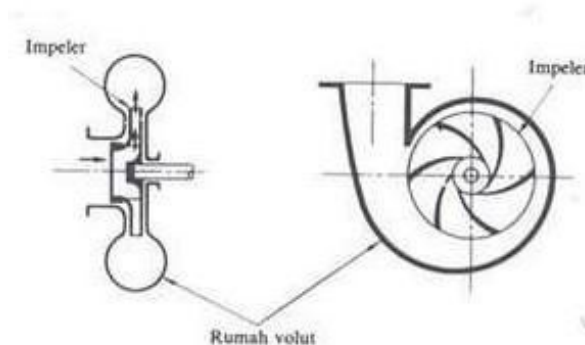
Besarnya koefisien kerugian gesekan pada bagian dalam pipa ditentukan oleh jenis karakteristik aliran air yang mengalir di dalam pipa. Karakteristik aliran air, juga dipengaruhi oleh kecepatan aliran air dan besarnya diameter pipa. Kecepatan aliran air dipengaruhi oleh kapasitas aliran maksimal serta diameter pipa. Pada mesin pompa air sawah, aliran air mengalir melalui sistem perpipaan. Karakteristik aliran airnya dipengaruhi oleh besarnya kecepatan aliran air, diameter pipa yang digunakan dan viskositas kinematis air. Mengetahui karakteristik aliran air sangat penting, karena berpengaruh pada aliran yang terjadi dalam sistem perpipaan pada pompa air sawah.

Penelitian ini dilaksanakan bertujuan untuk mengetahui jenis karakteristik dan kecepatan aliran air pada pompa air sawah. Dari tujuan yang ingin dicapai, dapat ditentukan rumusan dari penelitian ini adalah menghitung besarnya kecepatan aliran air dalam pipa dan besarnya bilangan Reynolds (Re) pada aliran tersebut.

Batasan ruang lingkup penelitian ini adalah 1) pompa air sawah yang diteliti adalah jenis pompa sentrifugal, 2) ukuran diameter pipa hisap dan dorong sebesar 3 inci, sesuai standar pabrik, 3) percepatan gravitasi bumi sebesar $9,81 \text{ m/s}^2$, dan 4) fluidanya berupa air pada suhu 20°C .

Studi Pustaka

Fluida dapat dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain. Salah satu jenis mesin fluida yang dapat memindahkan fluida adalah pompa. Hal ini dikarenakan pompa dapat memberikan energi pada fluida. Mesin fluida ini dapat digerakkan oleh listrik atau motor torak. [1].



Gambar 1. Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal merupakan jenis pompa yang mempunyai sudu-sudu berputar yang dapat menimbulkan gaya sentrifugal dan *lift* yang dapat membentuk *head* pompa, ditunjukkan pada gambar 1. Pompa ini dapat mengangkat air dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi, karena mempunyai *impeller*. Dari penelitian sebelumnya diketahui, bahwa diameter pipa mempengaruhi kapasitas pompa. Kapasitas pompa semakin besar, jika semakin besar diameter pipanya [2].

Aliran Laminar dan Turbulen ditentukan berdasarkan besarnya bilangan Reynolds (R_e). Jika $R_e < 2300$, maka aliran tersebut laminar. Jika $R_e > 4000$, maka aliran tersebut turbulen. Dan jika $2300 < R_e < 4000$, maka aliran tersebut adalah aliran transisi. Disamping itu Aliran fluida dikatakan laminar, jika fluida bergerak dalam aliran berlapis-lapis atau mempunyai kecepatan sama dan lintasan partikelnya tidak saling memotong atau menyilang. Jenis aliran laminar gambar lintasanya dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Pola Aliran Laminar

Sedangkan garis arus pada aliran turbulen mempunyai bentuk yang berfluktuasi atau tidak teratur. Aliran jenis ini mempunyai pola yang tidak mudah diamatai dan tidak mempunyai frekwensi tertentu [3]. Pola aliran turbulen terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Pola Aliran Turbulen

Dari penelitian sebelumnya, besarnya R_e mempengaruhi besarnya koefisien gesekan (λ) dalam pipa. R_e berbanding terbalik terhadap λ . Semakin besar λ maka semakin kecil R_e [4].

Kecepatan aliran air dalam pipa [5]

Penghitungan kecepatan aliran dalam pipa hisap dengan persamaan (1):

$$V_s = \frac{4Q_{ep}}{\pi D_s^2} \dots \dots \dots (1)$$

dimana : V_s = kecepatan air pada pipa hisap (m/s), Q_{ep} = kapasitas efektif pompa (m^3/s), dan D_s = diameter pipa hisap (m).

Penghitungan kecepatan aliran dalam pipa dorong dengan persamaan (2):

$$V_d = \frac{4Q_{ep}}{\pi D_d^2} \dots \dots \dots (2)$$

dimana : V_d = kecepatan air pada pipa dorong (m/s), Q_{ep} = kapasitas efektif pompa (m^3/s), dan D_d = diameter pipa dorong (m)

Kecepatan aliran air dari penelitian sebelumnya diketahui, bahwa semakin besar diameter pipa, maka semakin kecil pula kecepatan alirannya. Dengan demikian kecepatan aliran fluida berbanding terbalik terhadap diameter pipa [6]. Demikian juga hubungan antara efisiensi pompa dengan kecepatan aliran air, dari penelitian sebelumnya juga disampaikan, bahwa kecepatan aliran air berbanding lurus terhadap efisiensi pompa. Semakin besar kecepatan alirannya, maka semakin besar pula efisiensi pompanya [7].

Karakteristik aliran dalam pipa

Penghitungan R_e pipa hisap (*suction*), menggunakan persamaan (3)

$$R_e = \frac{V_s D_s}{\nu} \dots \dots \dots (3)$$

dimana : R_e = bilangan Reynolds, D_s = diameter pipa hisap (m), V_s = kecepatan aliran pada pipa hisap(m/s), dan ν = viskositas kinematis air (m^2/s)

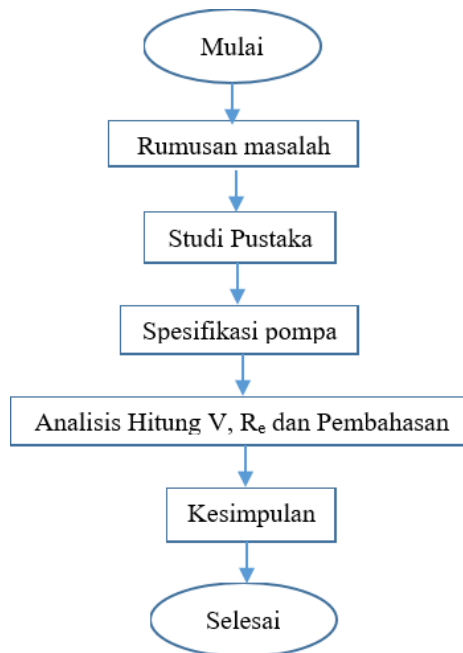
Penghitungan R_e dorong (*discharge*), menggunakan persamaan (4)

$$R_e = \frac{V_d D_d}{\nu} \dots \dots \dots (4)$$

dimana : R_e = bilangan Reynolds, D_d = diameter pipa dorong (m), V_d = kecepatan aliran pada pipa dorong(m/s), dan ν = viskositas kinematis air (m^2/s).

Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah analisis penghitungan bilangan Reynolds (R_e) berdasarkan data spesifikasi pompa air sawah. Langkah-langkah penelitian tersebut dapat dilihat pada gambar 4 diagram alir penelitian.



Gambar 4. Diagram alir penelitian

Pompa air sawah yang digunakan sebagai obyek penelitian, ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Pompa Air Sawah

Pompa air sawah yang dijadikan sebagai obyek penelitian, mempunyai spesifikasi seperti terlihat pada tabel 1 [8].

Tabel 1. Spesifikasi Pompa Air Sawah

No	Spesifikasi	Nominal	Satuan
1	Diameter pipa hisap	3	inci
2	Diameter pipa dorong	3	inci
3	Head dorong maksimal	32	m
4	Head hisap maksimal	8	m
5	Kapasitas aliran maksimum	1000	liter/menit
6	Volume silinder	163	cc
7	Daya output maksimal (bersih)	4,8	HP/ 3600 rpm
8	Daya output maksimal (kotor)	5,5	HP/ 3600 rpm
9	Kapasitas isi maksimal oli mesin	0,6	liter
10	Kapasitas isi maksimal bahan bakar	3,8	liter

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan pengolahan data pada tabel 1, dilakukan konversi satuan dan pemilihan spesifikasi pompa air sawah sebagai data input penghitungan kecepatan aliran air dalam pipa hisap dan dorong, serta penghitungan bilangan Reynold (R_e). Hasil pengolahan dan pemilihan data input pompa air sawah dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengolahan Data Input Pompa Air Sawah

No	Spesifikasi	Simbol	Nominal	Satuan
1	Diameter pipa hisap	D_s	$7,62 \times 10^{-2}$	m
2	Diameter pipa dorong	D_d	$7,62 \times 10^{-2}$	m
5	Kapasitas aliran maksimum	Q_{ep}	$1,67 \times 10^{-2}$	m^3/s

Analisis karakteristik aliran air dan penghitungan bilangan Reynold (R_e):

Jenis karakteristik aliran air ditentukan berdasarkan besarnya bilangan Reynolds (R_e). Jenis aliran turbulen, jika $R_e > 4000$, jenis aliran laminar, jika $R_e < 2300$ dan jenis aliran transisi, jika $2300 < R_e < 4000$. Sesuai ruang lingkup penelitian, karakteristik aliran hanya dianalisis pada aliran air pipa hisap dan dorong saja, tanpa memperhatikan belokan dan penyempitan pipa.

Penghitungan besarnya bilangan Reynolds (R_e) dapat dilakukan, jika 3 variabel yang mempengaruhi R_e diketahui, yaitu kecepatan aliran air (V), diameter pipa (D) dan viskositas kinematis air (ν). Dari ketiga variabel tersebut D pipa tersedia pada tabel 2 dan ν air tersedia tabel 3, sedangkan V dianalisis dan dihitung terlebih dulu.

Tabel 3. Viskositas kinematis Air pada 1 atm.

T, C	P, kg/m^3	μ , $N.s/m^2$	ν , m^2/s
0	1000	1.788 E-3	1.788 E-3
10	1000	1.307 E-3	1.307 E-3
20	998	1.003 E-3	1.005 E-3
30	996	0.799 E-3	0.802 E-3
40	992	0.657 E-3	0.662 E-3
50	988	0.548 E-3	0.555 E-3

Penghitungan besarnya kecepatan aliran air (V) dapat dilakukan jika kapasitas efektif pompa (Q_{ep}) dan diameter pipa (D) diketahui. Besarnya kedua variabel ini dapat diketahui dari tabel 2. Setelah kesemua variabel diketahui, maka besarnya R_e dapat diketahui pula, sehingga dapat ditentukan jenis karakteristik aliran pada pompa air sawah.

a. Karakteristik aliran dalam pipa hisap

Dengan menggunakan persamaan (1) dapat dihitung kecepatan aliran air pada pipa hisap (V_s). Dari tabel 2 telah diketahui Q_{ep} sebesar $1,67 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$, dan D_s sebesar $7,62 \times 10^{-2} \text{ m}$. Setelah dilakukan penghitungan diperoleh V_s sebesar $3,664 \text{ m/s}$.

Dengan persamaan (3) dapat dihitung bilangan Reynolds (R_e) pada pipa hisap. Telah diperoleh data pada pipa hisap D_s sebesar $7,62 \times 10^{-2} \text{ m}$, V_s sebesar $3,664 \text{ m/s}$ dan ν sebesar $1,005 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$. Setelah dilakukan penghitungan diperoleh R_e pada pipa hisap sebesar $2,78 \times 10^5$.

Berdasarkan hasil analisis dan penghitungan menunjukkan bahwa jenis aliran pada pipa hisap adalah aliran turbulen, karena besarnya $R_e > 4000$. Tabel hasil analisis dan penghitungan karakteristik aliran air pada pipa hisap dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis dan Penghitungan Karakteristik aliran air pada pipa hisap

No	Variabel	Simbol	Besar	Satuan
1	Kapasitas efektif pompa	Q_{ep}	$1,67 \times 10^{-2}$	m^3/s
2	Diameter pipa hisap	D_s	$7,62 \times 10^{-2}$	m
3	Kecepatan aliran air pipa hisap	V_s	3,664	m/s
4	Viskositas kinematis air	ν	$1,005 \times 10^{-6}$	m^2/s
5	Bilangan Reynolds pipa hisap	R_e	$2,78 \times 10^5$	---

b. Karakteristik aliran dalam pipa dorong

Dengan menggunakan persamaan (2) dapat dihitung kecepatan aliran air pada pipa dorong (V_d). Dari tabel 2 telah diketahui Q_{ep} sebesar $1,67 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$, dan D_d sebesar $7,62 \times 10^{-2} \text{ m}$. Setelah dilakukan penghitungan diperoleh V_d sebesar $3,664 \text{ m/s}$.

Dengan persamaan (4) dapat dihitung bilangan Reynolds (R_e) pada pipa dorong. Telah diperoleh data pada pipa dorong D_d sebesar $7,62 \times 10^{-2} \text{ m}$, V_d sebesar $3,664 \text{ m/s}$, dan ν sebesar $1,005 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, maka diperoleh hasil R_e sebesar $2,78 \times 10^5$.

Berdasarkan analisis dan penghitungan yang sudah dilakukan, diketahui bahwa jenis karakteristik aliran adalah aliran turbulen pada pipa dorong, karena besarnya $R_e > 4000$. Tabel hasil analisis dan penghitungan karakteristik aliran air pada pipa dorong dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisis dan Penghitungan Karakteristik Aliran Air pada Pipa Dorong

No	Variabel	Simbol	Besar	Satuan
1	Kapasitas efektif pompa	Q_{ep}	$1,67 \times 10^{-2}$	m^3/s
2	Diameter pipa dorong	D_d	$7,62 \times 10^{-2}$	m
3	Kecepatan aliran air pipa dorong	V_d	3,664	m/s
4	Viskositas kinematis air	ν	$1,005 \times 10^{-6}$	m^2/s
5	Bilangan Reynolds pipa dorong	R_e	$2,78 \times 10^5$	---

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan penelitian tentang karakteristik aliran air pada pompa air sawah dengan diameter pipa 3 inci, baik pada pipa hisap dan pipa dorong serta kapasitas aliran 1000 liter per menit, maka diperoleh kesimpulan bahwa pada pipa hisap dan pipa dorong besarnya bilangan Reynolds $2,78 \times 10^5$, maka karakteristik alirannya berjenis aliran turbulen, dan kecepatan aliran air sebesar $3,664 \text{ m/s}$.

Daftar Pustaka

- [1] H. Sularso, & Tahara, *Pompa dan Kompresor*. Jakarta: Pradnya Paramita, 2000.
- [2] A. Muhammad and B. Jawwadi, “Teknik Analisa Perbedaan Diameter Suction Pada Pompa Sentrifugal Merek Prima Tipe Poros Horisontal,” vol. 07, pp. 44–52, 2018.
- [3] T. Al-Shemmeri, *Engineering Fluid Mechanics*. Al-Shemmeri, 2012.

- [4] R. Subagyo, “Analisis Faktor Gesekan Pada Pipa Lurus Dengan Variasi Debit Aliran,” *J. Teknol. Technoscientia*, vol. 3, no. Turnbull 1986, pp. 6–17, 2011.
- [5] F. A. Morisson, *An Introduction to Fluid Mechanics*, First. New York: Cambridge University Press, 2013.
- [6] K. Abidin and S. Wagiani, “Studi Analisis Perbandingan Kecepatanaliran Air Melalui Pipa Venturi Dengan Perbedaan Diameter Pipa,” *J. Din.*, vol. 4, no. 1, pp. 62–78, 2013.
- [7] Y. Zamrodah, “Pengaruh Variasi Diameter Pipa Isap Terhadap Karakteristik Pompa Sentrifugal,” vol. 15, no. 2, pp. 1–23, 2016.
- [8] A. Rijanto and S. Rahayuningsih, “Analisis Head Losses Pada Mesin Pompa Air Sawah,” *Majamecha*, vol. 4, no. 1, pp. 60–69, 2022, doi: <https://doi.org/10.36815/majamecha.v4i1.1905>.