

Pengaruh Tanki Vakum Terhadap Perpindahan Fluida Air

Ikbal*, Djoko Subali

Teknik Mesin, Politeknik PGRI Banten

Business Square Blok C-16-18, Kedaleman, Kec. Cilegon, Kota Cilegon, Banten 42423

*E-mail: 1kb4l.eng@gmail.com

Received: 03-01-2020; Accepted: 23-02-2020; Published online: 23-04-2020

Abstrak

Prinsip fluida air yang dapat berpindah dari tekanan tinggi menuju tekanan rendah dapat digunakan sebagai pembuatan model pompa tanpa bahan bakar. Penelitian ini bertujuan untuk membuat model pompa yang dapat memindahkan air berdasarkan prinsip tekanan yang menggunakan tekanan vakum seperti ketika air minum yang masuk ke mulut melalui pipa minuman, sehingga diharapkan dapat meminimalisir penggunaan bahan bakar maupun listrik. Metode yang dilakukan adalah dengan menggunakan tanki dengan kapasitas 200 liter yang dikondisikan dalam keadaan vakum. Variabel yang digunakan adalah ketinggian *inlet*, sudut, debit air dan tekanan vakum. Dari hasil penelitian, media vakum mampu menyedot air pada ketinggian 1 meter, 2 meter dan 3 meter dan membentuk garis linier dengan sudut *inlet* 45° dan 30°, dengan debit air yang juga membentuk garis linier terhadap ketinggian pada sudut 45° dan 30°.

Kata Kunci: Perpindahan fluida; Pompa; Tanki vakum

Abstract

Water that has the property of moving from high pressure to low pressure can be used to make a pump model without fuel. This study aims to create a pump model that can move water based on the principle of pressure using vacuum pressure, such as when drinking water enters the mouth through a drinking pipe so that it is expected to minimize the use of fuel and electricity. The method used is to use tanks with a capacity of 200 liters which are conditioned in a vacuum. The variables used are inlet height, angle, water discharge, and vacuum pressure. From the results of the study, the vacuum media is able to suck up water at a height of 1 meter, 2 meters, and 3 meters and form a linear line with inlet angles of 45° and 30°, with water discharge that also forms a linear line to heights at angles of 45° and 30°.

Keywords: Fluid Transfer; Pump; Vacuum Tank

1. Pendahuluan

Dalam kehidupan sehari-hari air merupakan kebutuhan pokok yang tidak bisa dipisahkan dalam kehidupan manusia. Air dalam kehidupan memiliki sifat alamiah yakni mengalir dari atas menuju ke bawah, dan satu lagi sifat air yakni mengalir dari tekanan tinggi menuju tekanan rendah. Untuk sifat yang kedua bahwa air mengalir karena adanya perbedaan tekanan, maka diperlukan pompa sentrifugal [1] yang dapat menghasilkan perbedaan tekanan tersebut.

Pompa sentrifugal yang menggunakan tenaga listrik untuk dapat memindahkan air yang berdasarkan dari pengaruh putaran *impeller* untuk menghasilkan perbedaan tekanan [2]. Jika pompa sentrifugal diganti dengan pompa vakum, sehingga perbedaan tekanan air dapat mengalir seperti air yang mengalir dalam pipa minuman yang dihisap dari mulut.

Pada pembuatan mesin pemanen udang dapat memindahkan fluida beserta udang dalam keadaan vakum dengan tekanan yang terjadi pada tangki sebesar 15,92 kPa, dengan menggunakan pompa vakum. Dari sini didapatkan bahwa contoh model untuk memindahkan fluida air sudah ada [3].

Penelitian yang akan dilakukan meliputi pembuatan tangki dalam keadaan vakum berbahan plat *stainless steel*, Tangki yang sudah jadi dikondisikan dalam keadaan vakum dengan level ketinggian tangki dari bumi yang berbeda-beda sehingga didapatkan model desain yang tepat untuk memindahkan fluida air berdasarkan prinsip sistem vakum.

2. Material dan metodologi

Fluida dalam hal ini adalah air memiliki sifat mengalir dari daerah yang tinggi menuju ke daerah yang rendah seperti pada Gambar 1, dimana ada dua fluida yang mengalir dari *reservoir A* menuju *reservoir B*. Aliran fluida ini mengikuti aturan persamaan 1 tentang persamaan energi keadaan *incompressible* keadaan *steady* [4] yakni:

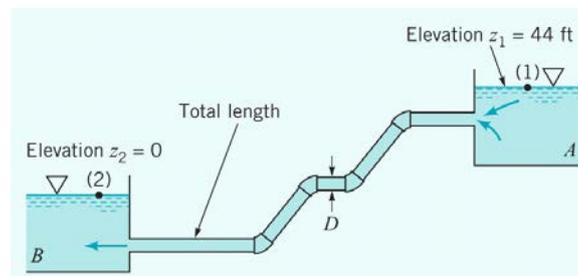
$$\frac{p_1}{\gamma} + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + h_L \quad (1)$$

Dimana dalam keadaan tersebut

$$p_1 = p_2 = V_1 = V_2 = z_2 = 0 \quad (2)$$

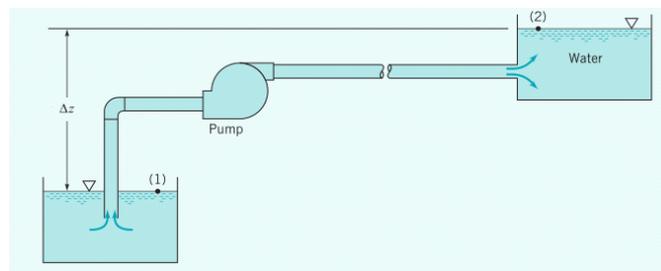
$$z_1 = \frac{V^2}{2g} \left(f \frac{l}{D} + \sum KL \right) \quad (3)$$

$$V = \frac{33,1}{D^2} \quad (4)$$



Gambar 1. Aliran *Fluida* pada dua *reservoir*

Dari sini dapat diambil kesimpulan bahwa semakin tinggi lokasi z_1 maka kecepatan aliran air dalam pipa akan semakin bertambah.



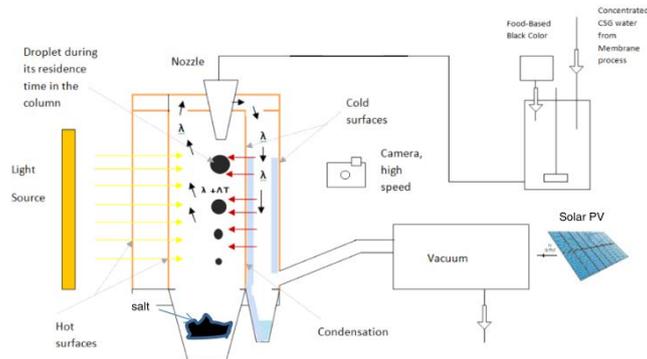
Gambar 2. Aliran *fluida* yang dipengaruhi pompa

Namun berbeda jika aliran tersebut dibalik maka akan membutuhkan sebuah pompa yang mengikuti persamaan energi untuk aliran *compressible*.

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 + h_a = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + f \frac{l}{D} \frac{V^2}{2g} + \sum K_L \frac{V^2}{2g} \quad (5)$$

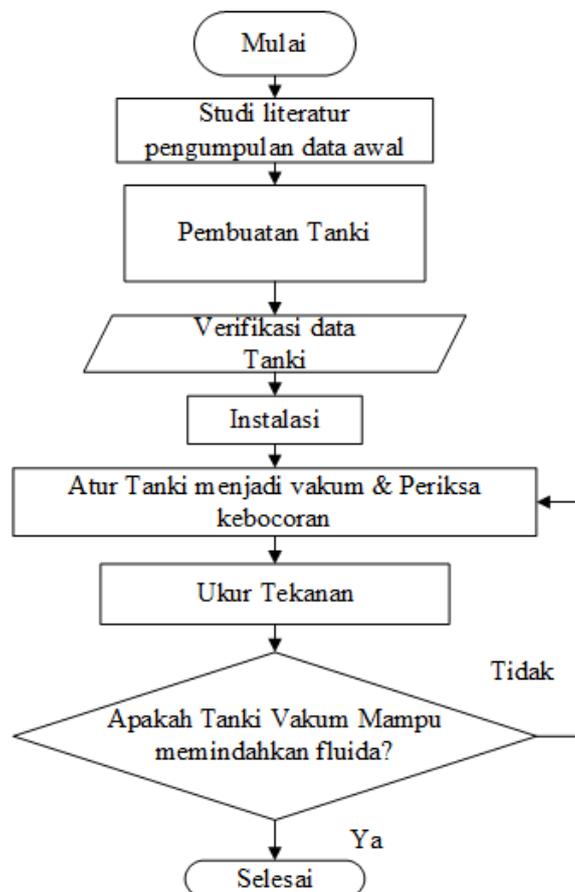
Dari Gambar 2 *fluida* bergerak karena ada perbedaan tekanan yang disebabkan oleh pompa, melakukan analisis riset pada wortel dadu percobaan dilakukan dengan 2 variabel tekanan yakni tekanan atmosfer dan tekanan sebesar 13,3 kPa [5]. Dari dua variabel tekanan tersebut terlihat vektor dan garis flux dari uap disekitar bahan percobaan (Potongan wortel). Dari percobaan tersebut tekanan sebesar 13,3 kPa memiliki vektor uap yang lebih tinggi dari pada tekanan atmosfer. Sehingga dengan paruh tekanan vakum terjadi peningkatan perpindahan *fluida*. Pada suatu percobaan distillation

mengungkapkan bahwa keadaan tekanan yang vakum dapat meningkatkan produksi air tanpa peningkatan daya listrik [6].



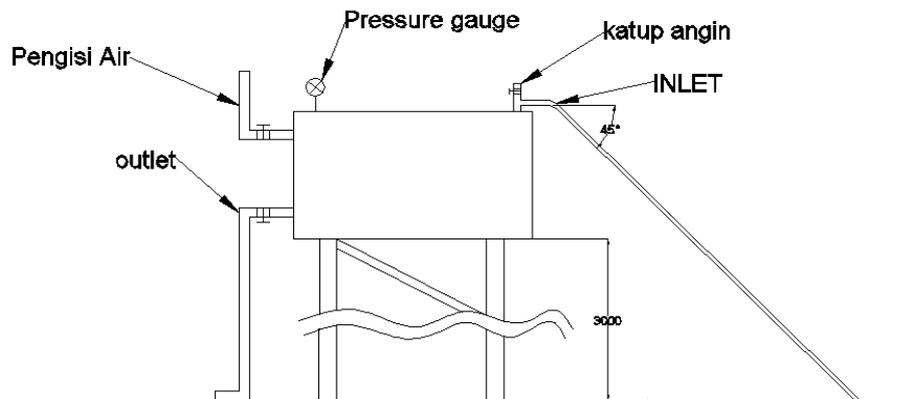
Gambar 3. Proses kristalisasi garam dengan bantuan tekanan vakum[7]

Pada percobaan dengan destilasi air dalam garam yang dikombinasikan dengan spary vacum seperti pada Gambar 3. memperlihatkan proses pengkristalan dengan bantuan tekanan vakum hasil kristalisasi lebih efisien. Pada perpindahan massa sukrosa, semakin tinggi tingkat vakum (tekanan 30 dan 40 mBar) menghasilkan koefisien pindah massa yang lebih tinggi[8]. ada juga penelitian tentang pembuatan prototipe mesin sistem vakum untuk menghisap minyak dan penelitian tentang aliran massa pada perbedaan tekanan[9] [10]. Metode yang digunakan pada melakukan penelitian ini adalah sesuai dengan *flowchart* pada Gambar 4.

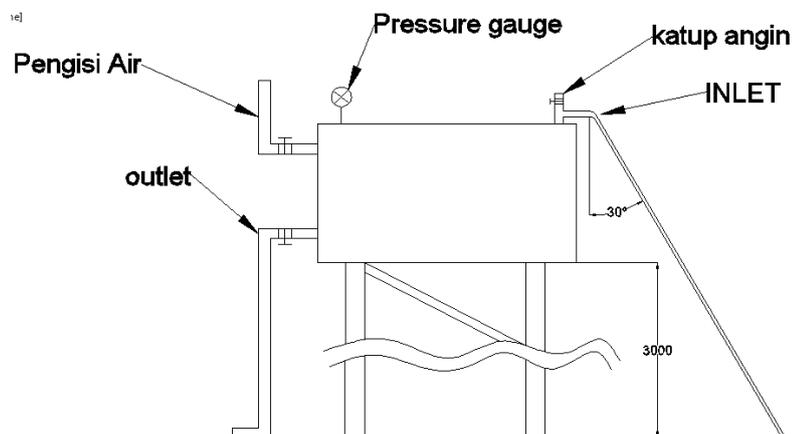


Gambar 4. Flowcart Penelitian

Pompa yang digunakan dalam penelitian ini ada 3 variabel ketinggian yakni ketinggian pada 1 meter, 2 meter dan 3 meter dengan sudut *inlet* pada sudut 0° , 30° dan 45° seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Variabel ketinggian pompa pada ketinggian 3 meter dengan sudut 45°



Gambar 6. Variabel ketinggian pompa pada ketinggian 3 meter dengan sudut 30° .

Tanki yang digunakan adalah drum dengan kapasitas 200 liter, hal ini dipilih karena struktur tanki tersebut sudah kuat pada sambungan sehingga meminimalisir kebocoran yg terjadi. Teknik Isolasi yang digunakan dengan menggunakan sambungan las, lem besi dan lem pipa. Saat instalasi, pipa *outlet* dibuat panjang hingga menyentuh lantai, hal ini digunakan agar aliran yg keluar dari tanki tetap laminar dan mencegah udara masuk lewat *outlet* pipa. Pada pipa *inlet* dipasang klep pada ujung pipa untuk mencegah air keluar dari pipa sehingga air hanya bisa masuk. Pengisian air dilakukan dengan membuka katup angin dan menutup *outlet*. Pengisian di anggap selesai jika air keluar melalui katup angin dengan lancar. Tahapan uji coba dilakukan dengan menutup katup angin dan saluran pengisian air, kemudian buka penuh pada *outlet* dan terakhir ujung pipa *outlet* yang terpasang kran air.

3. Hasil Dan Pembahasan

Dari hasil pembuatan dan pengujian tanki vakum didapatkan bahwa tanki vakum dapat beroperasi pada variabel kemiringan *inlet* 30° dan 45° pada ketinggian 1 meter hingga 3 meter. Namun pada saat pengujian pada posisi 0° *fluida* tidak dapat mengalir. Sehingga dari serangkaian percobaan didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil percobaan pada kemiringan *inlet* 0°

Variabel penelitian	Data Ketinggian Pada kemiringan 0° <i>Inlet</i>		
	1 meter	2 meter	3 meter
Tekanan (cmHg)	0	0	0
Debit air (l/menit)	0	0	0

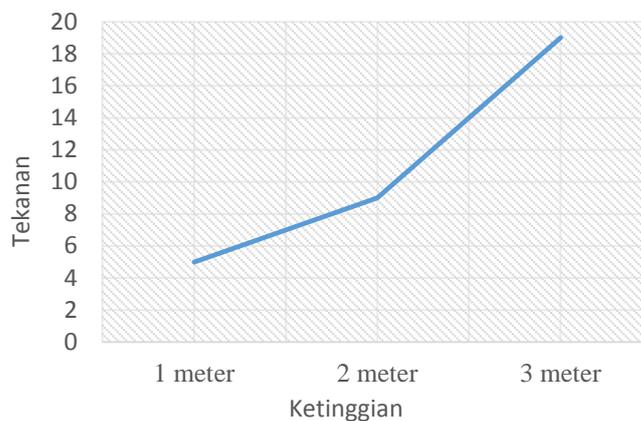
Tabel 2. Hasil percobaan pada kemiringan *inlet* 30°

Item Penelitian	Data Ketinggian Pada kemiringan 30° <i>Inlet</i>		
	1 meter	2 meter	3 meter
Tekanan (cmHg)	5	9	19
Debit air (l/menit)	0,82	0,94	1,02

Tabel 3. Hasil percobaan pada kemiringan *inlet* 45°

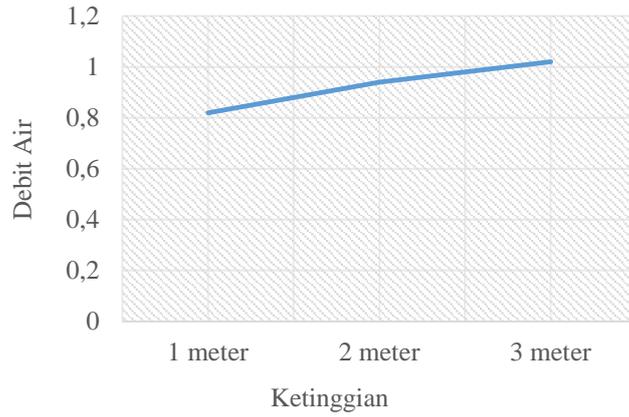
Item Penelitian	Data Ketinggian Pada kemiringan 45° <i>Inlet</i>		
	1 meter	2 meter	3 meter
Tekanan (cmHg)	5,3	9,5	20
Debit air(L/menit)	0,89	0,92	0,96

Percobaan tahap pertama dilakukan dengan kemiringan pipa 0° dengan ketinggian 1 meter didapatkan hasil air pada sisi *inlet* tidak dapat terhisap, begitu juga pada ketinggian 2 dan 3 meter, seperti pada Tabel 1. Percobaan tahap kedua dilakukan dengan kemiringan pipa 30° dengan ketinggian 1 meter dari percobaan yang dilakukan air pada sisi *inlet*, air dapat tersedot begitu juga pada ketinggian 2 dan 3 meter, seperti pada Tabel 2. Percobaan tahap ketiga dilakukan dengan kemiringan pipa 45° dengan ketinggian 1 meter dari percobaan yang dilakukan air pada sisi *inlet* air dapat tersedot begitu juga pada ketinggian 2 dan 3 meter, seperti pada Tabel 3.

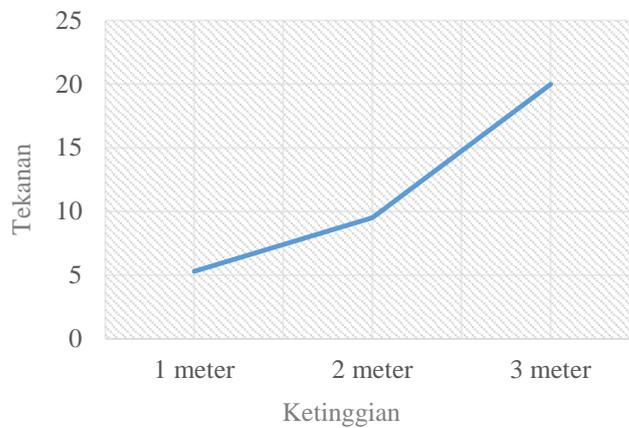


Gambar 7. Grafik percobaan pada kemiringan 30° untuk ketinggian – tekanan

Dari grafik tersebut didapatkan bahwa pada percobaan dengan kemiringan pipa *inlet* sebesar 30° hubungan tekanan dengan Katingian membentuk garis linier. Ketinggian semakin naik maka tekanan juga ikut naik seperti pada Gambar 7. Begitu juga pada debit air yang keluar melalui *outlet*. Hubungan debit air dan ketinggian juga membentuk garis linier seperti Gambar 8.

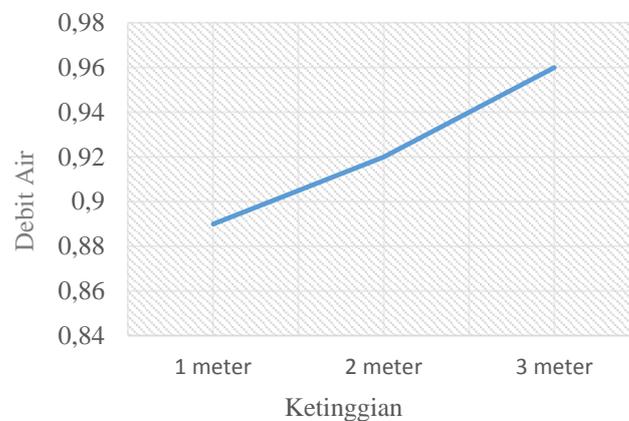


Gambar 8. Grafik percobaan pada kemiringan 30⁰ untuk ketinggian – Debit air.



Gambar 9. Grafik percobaan pada kemiringan 45⁰ untuk ketinggian – tekanan.

Begitu juga dari percobaan dengan kemiringan pipa *inlet* sebesar 45⁰ hubungan tekanan dengan Ketinggian membentuk garis linier. Ketinggian semakin naik maka tekanan juga ikut naik seperti pada Gambar 6. Begitu juga pada debit air yang keluar melalui *outlet*. Hubungan debit air dan ketinggian juga membentuk garis linier seperti Gambar 9.



Gambar 10. Grafik percobaan pada kemiringan 45⁰ untuk ketinggian – Debit air.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan didapatkan hasil bahwa media vakum mampu memindahkan *fluida* air yang bisa dimulai dari kapasitas volume 200 liter pada tekanan 5 cmHg pada ketinggian 1 meter. Media vakum mampu menghisap air pada ketinggian 1 meter, 2 meter dan 3 meter dan membentuk garis linier dengan sudut *inlet* 45⁰ dan 30⁰ dengan debit air yang juga membentuk garis linier terhadap ketinggian pada sudut 45⁰ dan 30⁰. Sehingga pada sudut 45⁰ pompa vakum memiliki besaran yang optimal dalam memindahkan *fluida* air.

Daftar Pustaka

- [1] Sulzer Pumps Ltd. Physical Principles. Centrifugal Pump Handbook. 3th edition. United Kingdom : Elsevier; 2010. p 1.
- [2] Sulzer Pumps Ltd. Behavior of Centrifugal Pumps in Operation. Centrifugal Pump Handbook. 3th edition. United Kingdom : Elsevier; 2010. p 28.
- [3] R, Maulaya., S, Herodian. Rancang Bangun Mesin Pemanen udang (*Penaeus* sp.). JTEP Jurnal Keteknikan pertanian. 2013 27(01): p 5.
- [4] M.G, Philip., LG, Andrew., IH, John. Fundamental of fluid mechanics. 8th Edition. United States : Jhon Wiley, 2016. p 204.
- [5] Chaiyo K, Rattanadecho P. Numerical analysis of heat-mass transport and pressure buildup of unsaturated porous medium in a rectangular waveguide subjected to a combined microwave and vacuum system. Int J Heat Mass Transf. 2013;65:826–44. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2013.06.066>
- [6] Zuo G, Guan G, Wang R. Numerical modeling and optimization of vacuum membrane distillation module for low-cost water production. Desalination. 2014;339(1):1–9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.desal.2014.02.005>
- [7] Hamawand I, Lewis L, Ghaffour N, Bundschuh J. Desalination of salty water using vacuum spray dryer driven by solar energy. Desalination. 2017;404:182–91. <http://dx.doi.org/10.1016/j.desal.2016.11.015>
- [8] Yulianingsih R, Sugiarto Y, Putranto W. Perpindahan Massa Selama Proses Vacuum Impregnation Mass Transfer Characteristics During Vacuum Impregnation Process of. 2015;16(3):159–66.
- [9] Pusvyta Y, Sibarani F. Pengujian performa prototipe alat pemindah masakan dengan kapasitas 10 liter. Jurnal Teknik Mesin Untirta 2015 April; 1(01) p.36.
- [10] Jacobson M, Briens C, Berruti F. Mass flow and heat transfer characteristics of lift tube technology. Chem Eng J. 2008;145(1):121–8.