

## PENGARUH RUANG VAKUM UDARA TERHADAP PERPINDAHAN FLUIDA

Ikkal<sup>1</sup>, Djoko Subali<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Mesin, Politeknik PGRI Banten, Indonesia

\*[ikkal@politeknikpgribanten.ac.id](mailto:ikkal@politeknikpgribanten.ac.id)

### ABSTRAK

*Penggunaan pompa berbahan bakar atau tenaga listrik dapat ditemui di daerah yg memiliki akses bahan bakar atau listrik. Sedangkan pada daerah yang jauh dari akses tersebut akan mengalami kesulitan. Air yang memiliki sifat dapat berpindah dari tekanan rendah menuju tekanan yang tinggi dapat digunakan untuk membuat 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  $45^{\circ}$  dan  $30^{\circ}$ , dengan debit air yang juga membentuk garis linier terhadap ketinggian pada sudut  $45^{\circ}$  dan  $30^{\circ}$ .*

Tanki\_vakum; Pompa; Perpindahan\_fluida

## I. LATAR BELAKANG MASALAH

Dalam kehidupan sehari-hari air merupakan kebutuhan pokok yang tidak bisa di pisahkan 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 rendah menuju tekanan tinggi. Untuk sifat yang kedua bahwa air mengalir karena adanya perbedaan tekanan, maka diperlukan pompa yang dapat membangkitkan perbedaan tekanan tersebut.

Pompa sentrifugal yang menggunakan tenaga listrik tentunya dapat memindahkan air yang berdasarkan dari pengaruh putaran impeller untuk menghasilkan perbedaan tekanan. Jika pompa sentrifugal diganti dengan pompa vakum, maka air yang memiliki tekanan rendah dapat berpindah ke tekanan yang tinggi seperti air yang mengalir dalam pipa minuman yang dihisap dari mulut.

Perpindahan fluida yang dilakukan oleh Risky Maulana[1], 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.

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.

## II. STUDI LITERATUR

Fluida dalam hal ini adalah air memiliki sifat mengalir dari daerah yang tinggi menuju ke daerah yang rendah seperti pada gambar 2.1, dimana ada dua fluida yang mengalir dari reservoir A menuju Reservoir B. Aliran fluida ini mengikuti aturan persamaan 2.1 tentang persamaan energi keadaan incompressible keadaan steady[2] yakni :

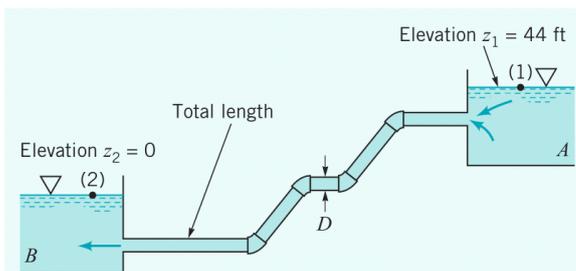
$$\frac{p_1}{\gamma} + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + h_L \quad (2.1)$$

Dimana dalam keadaan tersebut

$$p_1 = p_2 = V_1 = V_2 = z_2 = 0 \quad (2.2)$$

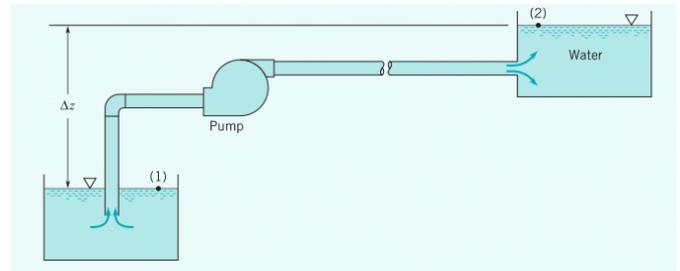
$$z_1 = \frac{V^2}{2g} \left( f \frac{l}{D} + \sum KL \right) \quad (2.3)$$

$$V = \frac{33,1}{D^2} \quad (2.4)$$



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.



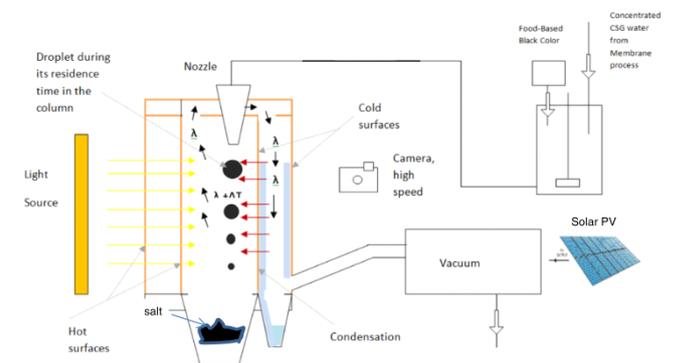
Gambar 2. Aliran fluida yang dipengaruhi pompa

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

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 + h_a = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + f \frac{l}{D} \frac{V^2}{2g} + \sum K_L \frac{V^2}{2g} \quad (2.5)$$

Dari gambar 2.2 fluida bergerak karena ada perbedaan tekanan yang disebabkan oleh pompa.

Khomgris Chaiyo[3] melakukan analisis riset pada wortel dadu. Percobaan dilakukan dengan 2 variabel tekanan yakni tekana atmosphere dan tekanan sebesar 13,3 kpa. 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 atmosper. Sehingga dengan paruh tekanan vakum terjadi peningkatan perpindahan fluida. Percobaan yang dilakukan oleh guangzhi zuo[4] pada suatu percobaan distillation mengungkapkan bahwa keadaan tekanan yang vakum dapat meningkatkan produksi air tanpa peningkatan daya listrik.



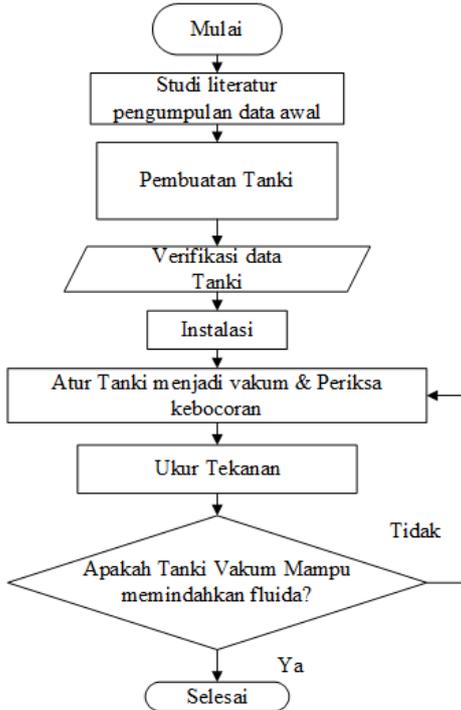
Gambar 3. Proses kristalisasi garam dengan bantuan tekanan vakum[5]

pada percobaan dengan destilasi air[5] dalam garam yang dikombinasikan dengan spary vakum seperti pada gambar 2.3. 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[6].

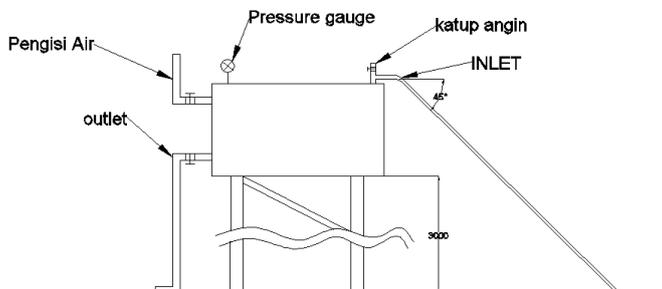
### III. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam melakukan penulisan ini adalah seperti yang dibuat dalam flowchart di bawah ini :

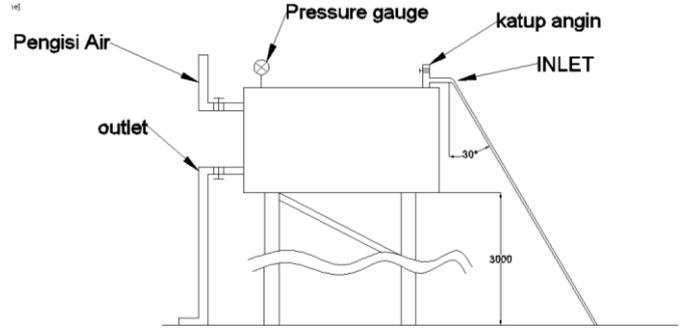


Gambar 4. Flowcart Penelitian

Model 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  $0^{\circ}$ ,  $30^{\circ}$  dan  $45^{\circ}$ . Seperti gambar 5



Gambar 5. Model ketinggian pompa pada ketinggian 3 meter dengan sudut  $45^{\circ}$



Gambar 6. Model ketinggian pompa pada ketinggian 3 meter dengan sudut  $30^{\circ}$ .

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.

### IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. DATA HASIL PERCOBAAN

Tabel 1. Hasil percobaan pada kemiringan inlet  $0^{\circ}$

Item Penelitian	Data Ketinggian Pada kemiringan $0^{\circ}$ Inlet		
	1 meter	2 meter	3 meter
Tekanan (cmHg)	null	null	null
Debit air (l/menit)	null	null	null

Percobaan tahap pertama dilakukan dengan kemiringan pipa  $0^{\circ}$  dengan ketinggian 1 meter. Dari percobaan yang dilakukan air pada sisi inlet, air

tidak dapat tersedot, begitu juga pada ketinggian 2 dan 3 meter, seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil percobaan pada kemiringan inlet 30°

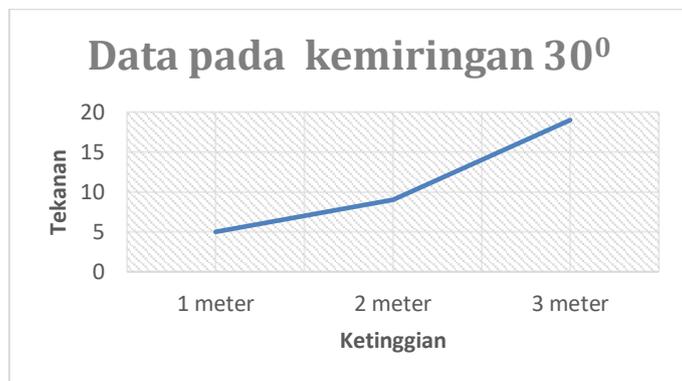
Item Penelitian	Data Ketinggian Pada kemiringan 30 Derajat Inlet		
	1 meter	2 meter	3 meter
Tekanan (cmHg)	5	9	19
Debit air (l/menit)	0,82	0,94	1,02

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.

Tabel 2. Hasil percobaan pada kemiringan inlet 45°

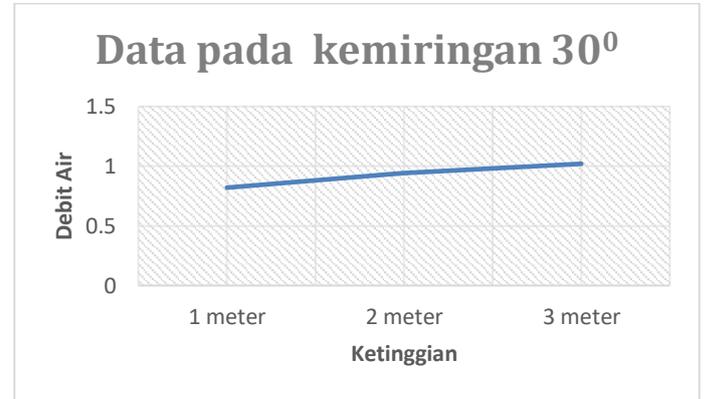
Item Penelitian	Data Ketinggian Pada kemiringan 45 Derajat Inlet		
	1 meter	2 meter	3 meter
Tekanan (cmHg)	5,3	9,5	20
Debit air(L/menit)	0,89	0,92	0,96

Percobaan tahap ketiga 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.

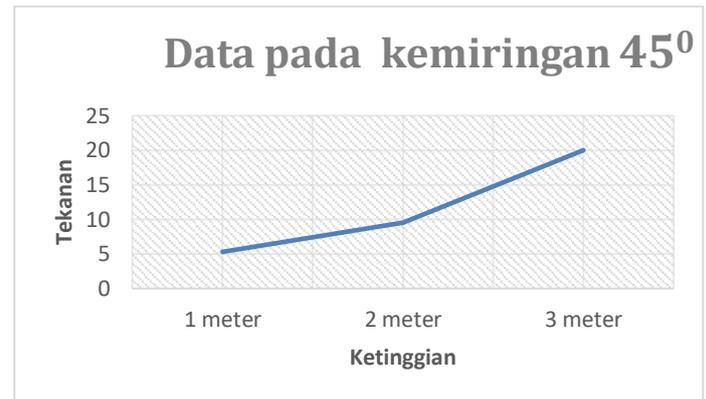


Gambar 7. Grafik percobaan pada kemiringan 30° untuk ketinggian – tekanan. .

Dari grafik tersebut didapatkan bahwa pada percobaan dengan kemiringan pipa inlet sebesar 30° hubungan tekanan dengan Ketinggian 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.

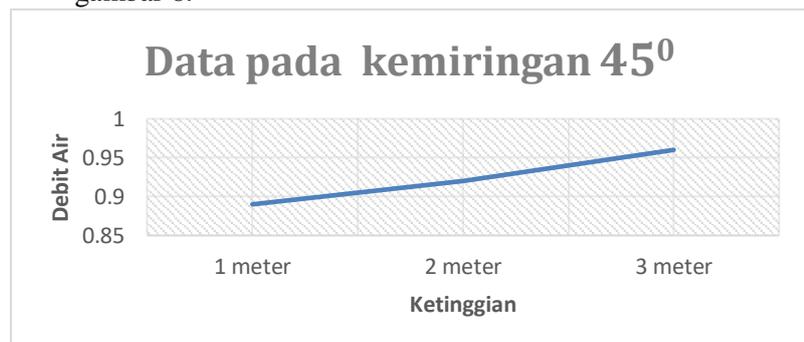


Gambar 8. Grafik percobaan pada kemiringan 30° untuk ketinggian – Debit air.



Gambar 9. Grafik percobaan pada kemiringan 45° untuk ketinggian – tekanan.

Begitu juga dari percobaan dengan kemiringan pipa inlet sebesar 45° hubungan tekanan dengan Ketinggian 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 10. Grafik percobaan pada kemiringan 45° untuk ketinggian – Debit air.

## V. Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan didapatkan hasil bahwa :

1. Media vakum mampu memindahkan fluida air yang bisa dimulai dari kapasitas volume 200 liter pada tekanan 5 cmHg pada ketinggian 1 meter.
2. Media vakum mampu menyedot air pada ketinggian 1 meter, 2 meter dan 3 meter dan membentuk garis linier dengan sudut inlet  $45^0$  dan  $30^0$ ,
3. Dengan debit air yang juga membentuk garis linier terhadap ketinggian pada sudut  $45^0$  dan  $30^0$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Maulaya Rizki and Herodian Sam, "Rancang Bangun Mesin Pemanen udang (*Penaeus sp.*)" .JTEP Jurnal Keteknikan pertanian Vo. 27 no. 1,2013.
- [2]. Munson et al, "Fundamental of fluid mechanics, eight edition," Selected Reading 604-647, Wiley, 2016.
- [3]. K. Chaiyo and P. Rattanadecho, "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., vol. 65, pp. 826–844, 2013.
- [4]. G. Zuo, G. Guan, and R. Wang, "Numerical modeling and optimization of vacuum membrane distillation module for low-cost water production," Desalination, vol. 339, no. 1, pp. 1–9, 2014.
- [5]. I. Hamawand, L. Lewis, N. Ghaffour, and J. Bundschuh, "Desalination of salty water using vacuum spray dryer driven by solar energy," Desalination, vol. 404, pp. 182–191, 2017.
- [6]. R. Yulianingsih, Y. Sugiarto, and W. Putranto, "PERPINDAHAN MASSA SELAMA PROSES VACUUM IMPREGNATION Mass Transfer Characteristics During Vacuum Impregnation Process of," vol. 16, no. 3, pp. 159–166, 2015.