

PENGUJIAN PERFORMA PROTOTIPE ALAT PEMINDAH MASAKAN DENGAN KAPASITAS 10 LITER

Yeny Pusvyta^{1*}

¹Program Studi Teknik Mesin Universitas IBA
Jl. Mayor Ruslan Palembang.

*Email : yeny_pusvyta@yahoo.com

Abstrak

Perubahan gaya hidup menyebabkan perkembangan industri kuliner meningkat. Proses pengangkatan dan pemindahan hasil masakan yang berat, cukup riskan dari segi keamanan dan kesehatan. Berdasarkan observasi, identifikasi kebutuhan dan langkah-langkah perancangan, dibuatlah prototipe alat pemindah masakan dengan kapasitas 10 liter. Tujuan perancangan dan pembuatan prototipe ini adalah untuk meringankan kegiatan transportasi hasil masakan likuid (minyak sayur) untuk menghemat tenaga dan mengurangi cedera. Parameter keberhasilan fungsi prototipe ini adalah pemindahan seluruh likuid ke dalam container (tabung vakum). Pengujian dengan ketinggian tungku 60 cm dengan suhu minyak sayur bervariasi dilakukan untuk melihat performa prototipe. Hasil pengujian dan analisis dengan ilmu mekanika fluida membuktikan bahwa prototipe cukup mampu mencapai parameter yang ditetapkan.

Kata kunci : *prototipe, pengujian, temperatur, tabung vakum, minyak sayur*

PENDAHULUAN

Perkembangan industri kuliner semakin meningkat. Berdasarkan data yang ada pada Gapmmi (Gabungan Pengusaha Makanan dan Minuman Seluruh Indonesia), antara 2004-2009 pertumbuhan industri makanan dan minuman terus naik. Tahun 2008 naik 25 persen lebih dari Rp 402 triliun menjadi Rp 505 triliun. Badan pusat statistik menunjukkan data yang cukup baik untuk pertumbuhan usaha makanan dan minuman tahun 2009 hingga tahun 2011, yaitu 12% di tahun 2009, 10% di tahun 2010, 9,19% di tahun 2012, dan 10 % di tahun 2012. Sedangkan menurut Franky Sibarani, Sekretaris Jenderal Gapmmi pada tahun 2013 pertumbuhan industri makanan sekitar 6 % dan pada tahun 2014 diprediksikan pertumbuhan industri makanan akan tetap sama yaitu sebesar 6%.

Hasil masakan yang berat dengan suhu yang tinggi membutuhkan energi yang besar untuk mengangkat dan bisa menimbulkan cedera apabila posisi pengangkatan tidak ergonomis. Salah satu peran penting ergonomi yaitu meningkatkan faktor keselamatan dan kesehatan kerja. Misalnya desain sistem kerja untuk mengurangi rasa nyeri dan ngilu pada sistem kerangka otot manusia, dengan stasiun kerja untuk alat peraga visual untuk mengurangi ketidaknyamanan visual dan postur kerja (Eko, 1998).

Penelitian ini adalah penelitian lanjutan (Pusvyta,2013) mengenai kompleksitas pada proses perancangan prototipe alat pemindah masakan. Tahapan penelitian dimulai dari observasi hingga didapat spesifikasi produk yang dijadikan prototipe untuk alat pemindah masakan dengan media yang dipindahkan berupa likuid, yaitu minyak sayur.

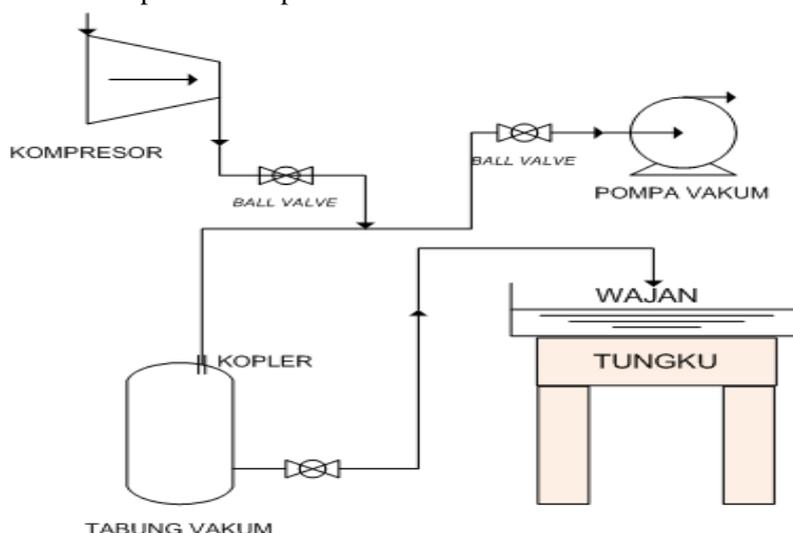
Observasi dilakukan untuk membuat daftar kebutuhan. Daftar kebutuhan berisi maksud yang hendak dicapai, baik itu berupa kebutuhan yang sangat mendesak atau cuma keinginan yang bisa diabaikan oleh perancang. Pada daftar kebutuhan prototipe alat pemindah masakan ditetapkan identifikasi masalah esensial yang didalamnya dapat merupakan kebutuhan maupun batasan, yaitu; volume bervariasi, bentuk wadah dan diameter bervariasi, tahan suhu dan kelembaban tinggi, sederhana, ringan, murah, aman serta mampu memindahkan likuid ke kontainer. Sehingga didapat rumusan masalah dalam terminologi solusi netral, yaitu alat yang berfungsi memindahkan cairan (minyak sayur) ke kontainer, yang sederhana dan aman.

Langkah-langkah perancangan dilakukan sehingga didapat solusi prinsip, berdasarkan prinsip kerja dan variasi komponen yang dipilih menurut kebutuhan, keinginan dan batasan-batasan yang telah terlebih dahulu ditetapkan untuk kemudian dibuat menjadi prototipe (Pahl, 2007).

Prototipe tersebut perlu dilakukan pengujian terhadap fungsi, dievaluasi, untuk kemudian menjadi masukan bagi penyempurnaan prototipe selanjutnya sesuai dengan tujuan peancangannya. Tujuan perancangan prototipe alat pemindah masakan dengan kapasitas 10 liter ini, yaitu untuk meringankan kegiatan transportasi hasil masakan berupa likuid untuk menghemat tenaga dan mengurangi cedera. Likuid yang diinginkan untuk ditransportasikan adalah minyak sayur. Parameter awal bagi keberhasilan fungsi prototipe ini adalah pemindahan seluruh minyak sayur panas ke dalam tabung vakum.

Alat dan prinsip kerja

Skema prototipe alat pemindah masakan dengan kapasitas 10 liter alat pemindah masakan dengan kapasitas 10 liter diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema rangkaian alat (Pusvyta, 2013)

Prototipe tersebut terdiri dari :

1. Pompa vakum,
 Daya = $\frac{1}{4}$ Hp
Unimate vacuum = 150 micron
Free air Displacement = 2,0 CFM
2. kompresor
 Daya = $\frac{1}{10}$ HP
Displacement = 2 cfm/56,6 l/min
Pressure switch setting =
 - cut out-40 psi/2,82 kg/cm²
 - cut in -32 psi/ 2,25 kg/cm²
3. tabung vakum,
 tekanan maksimum 130 psi ,
 diameter 22 c
 tinggi ruang dalam tabung = 45 cm
 isi = 16 liter
4. Selang radiator
5. *Pressure gauge*
6. Kopler $\frac{1}{2}$ in
7. *Ball valve* $\frac{1}{2}$ in
8. Sambungan tee

9. Selang aluminium berdiameter 0,5 cm panjang 40 cm

Prinsip kerja alat :

- Alat ini berfungsi memindahkan minyak dari tempat masak ke tabung vakum dengan prinsip perbedaan tekanan.
- Energi listrik menggerakkan pompa vakum dan menyedot udara dari dalam tabung untuk mengurangi tekanan sehingga terjadi perbedaan tekanan terhadap lingkungan di luar tabung dan membuat minyak sayur mengalir dari kualii ke dalam tabung.
- Kompresor berfungsi untuk memberikan tekanan pada tabung vakum agar minyak dari dalam tabung dapat mengalir ke dalam kualii.

Prosedur dan hasil pengujian alat

Pengujian alat dilakukan untuk memeriksa kemampuannya menjalankan fungsi dengan parameter perpindahan seluruh kapasitas fluida.

Prosedur pengujian untuk penghisapan minyak ke tabung vakum :

1. Persiapkan seluruh alat.
2. Panaskan minyak sayur
3. Ukur suhu minyak
4. Tutup *ball valve* outlet tabung vakum serta selang penghubung kompresor,
5. Letakkan selang pada kopler di posisi atas tabung vakum
6. Nyalakan pompa vakum, ukur waktu kerja
7. Jika semua fluida sudah dipindahkan, matikan pompa vakum, hentikan pengukuran waktu.

Prosedur pengujian untuk pengaliran minyak ke kualii :

1. Persiapkan seluruh alat.
2. Lepaskan selang pada kopler yang berada di atas tabung
3. Tutup *ball valve* yang berada pada selang yang menghubungkan pompa vakum dengan tabung vakum.,
4. Letakkan selang perpanjangan dari outlet tabung vakum di posisi atas di dalam kualii
5. Nyalakan kompresor, ukur waktu kerja
6. Jika semua fluida sudah dipindahkan, matikan kompresor, hentikan pengukuran waktu.

Pada pengujian dengan suhu bervariasi, didapat data pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. Hasil pengujian penghisapan minyak ke dalam tabung vakum

No.	Temperatur (°C)	Tekanan (bar)	Volume (m ³)	Waktu (s)	Debit (liter/detik)
1.	100	-0,4	0,01	300	$3,33 \cdot 10^{-5}$
2.	110	-0,4	0,01	297	$3,37 \cdot 10^{-5}$
3.	120	-0,4	0,01	295	$3,39 \cdot 10^{-5}$
4.	130	-0,4	0,01	293	$3,41 \cdot 10^{-5}$
5.	140	-0,4	0,01	290	$3,45 \cdot 10^{-5}$

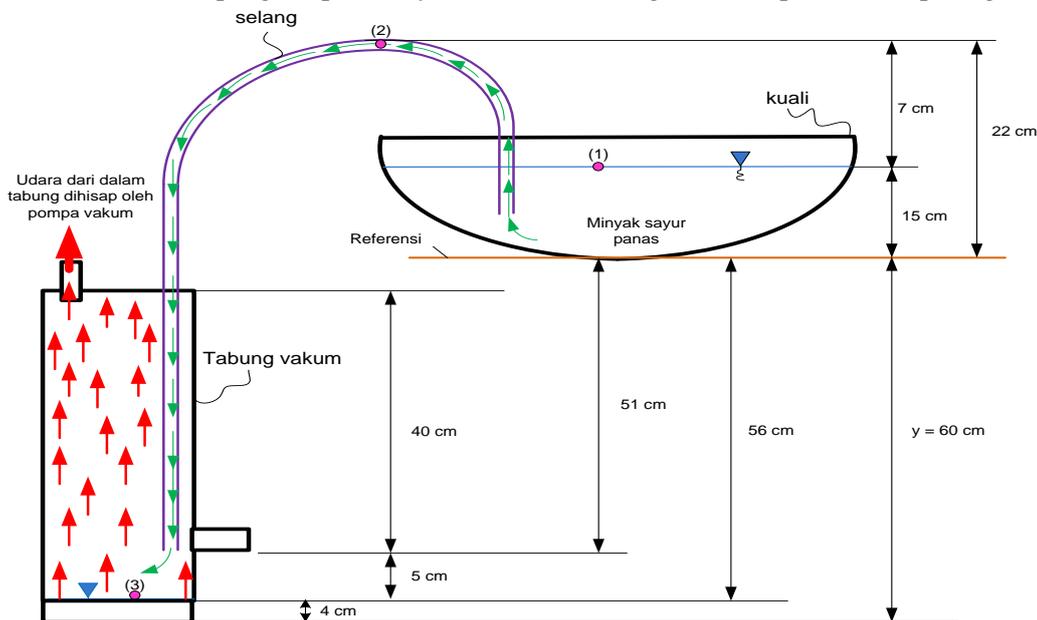
Tabel 2. Hasil pengujian pengaliran minyak dari dalam tabung vakum

No.	Temperatur (°C)	Tekanan (bar)	Volume (m ³)	Waktu (s)	Debit (liter/detik)
1.	70	0,7	0,009	176	$5.11 \cdot 10^{-5}$
2.	80	0,7	0,009	163	$5.52 \cdot 10^{-5}$
3.	90	0,7	0,009	155	$5.81 \cdot 10^{-5}$
4.	100	0,7	0,009	145	$6.21 \cdot 10^{-5}$
5.	110	0,7	0,009	136	$6.62 \cdot 10^{-5}$

Pembahasan dan Analisa hasil pengujian

- Penghisapan minyak ke dalam tabung vakum

Skema penghisapan minyak ke dalam tabung vakum diperlihatkan pada gambar 2.



Gambar 2. Proses penghisapan minyak ke tabung vakum

Persamaan Bernoulli sepanjang garis arus (1), (2), dan (3) dapat diterapkan sebagai berikut :

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \gamma z_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \gamma z_2 = p_3 + \frac{1}{2}\rho v_3^2 + \gamma z_3$$

Pada kondisi tersebut, $p_1 = 0, p_2 = p_3, v_1 = v_3 = 0$, sehingga ;

$$\begin{aligned} \gamma z_1 &= p_3 + \gamma z_3 \\ p_3 &= \gamma(z_1 - z_3) \\ p_3 &= \rho \cdot g(z_1 - z_3) \end{aligned}$$

Contoh perhitungan untuk ketinggian tungku, $y = 60 \text{ cm}$, ρ minyak sayur = 800 kg/m^3 , $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, $z_3 = 51 \text{ cm}$, $z_1 = 15 \text{ cm}$:

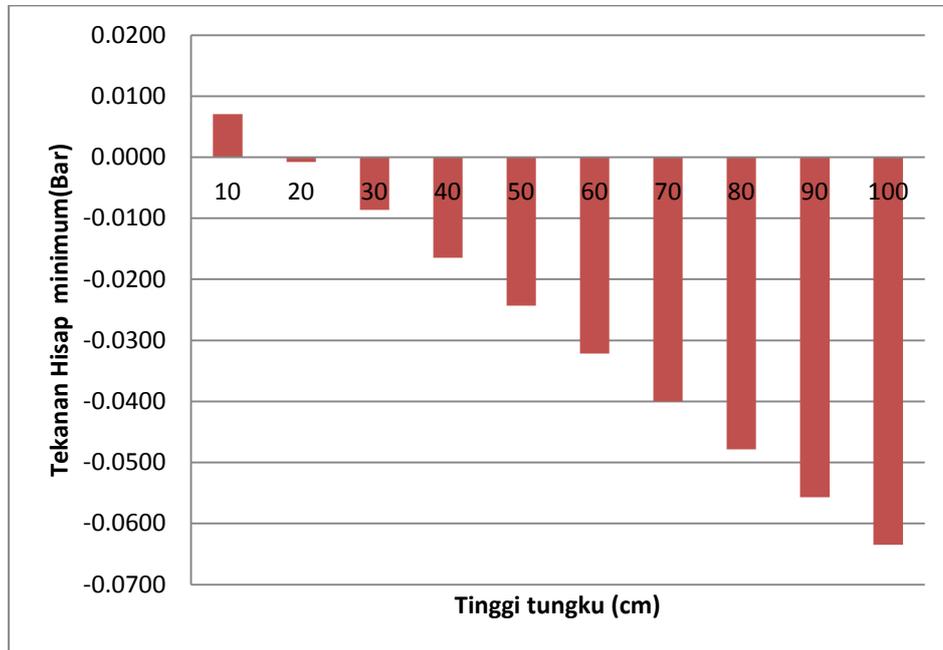
$$\begin{aligned} p_3 &= \rho \cdot g(z_1 - z_3) \\ p_3 &= 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} (0,15 \text{ m} - 0,56 \text{ m}) \\ p_3 &= - 3214,4 \text{ kg/m.s}^2 \end{aligned}$$

Tabel 3. Nilai tekanan minimal yang diperlukan untuk penghisapan minyak sayur ke dalam pompa untuk ketinggian tungku bervariasi

y (cm)	ρ (kg/m ³)	g (m/s ²)	z ₁ (cm)	z ₃ (cm)	p ₃		
					(pa)	(bar)	(psi)
10	800	9.8	15	6	705.60	0.0071	0.1023
20	800	9.8	15	16	-78.40	-0.0008	-0.0114
30	800	9.8	15	26	-862.40	-0.0086	-0.1251
40	800	9.8	15	36	-1646.40	-0.0165	-0.2388
50	800	9.8	15	46	-2430.40	-0.0243	-0.3525
60	800	9.8	15	56	-3214.40	-0.0321	-0.4662
70	800	9.8	15	66	-3998.40	-0.0400	-0.5799
80	800	9.8	15	76	-4782.40	-0.0478	-0.6936

90	800	9.8	15	86	-5566.40	-0.0557	-0.8073
100	800	.8	15	96	-6350.40	-0.0635	-0.9210

Tampilan grafik terdapat dalam gambar 3 sebagai berikut :

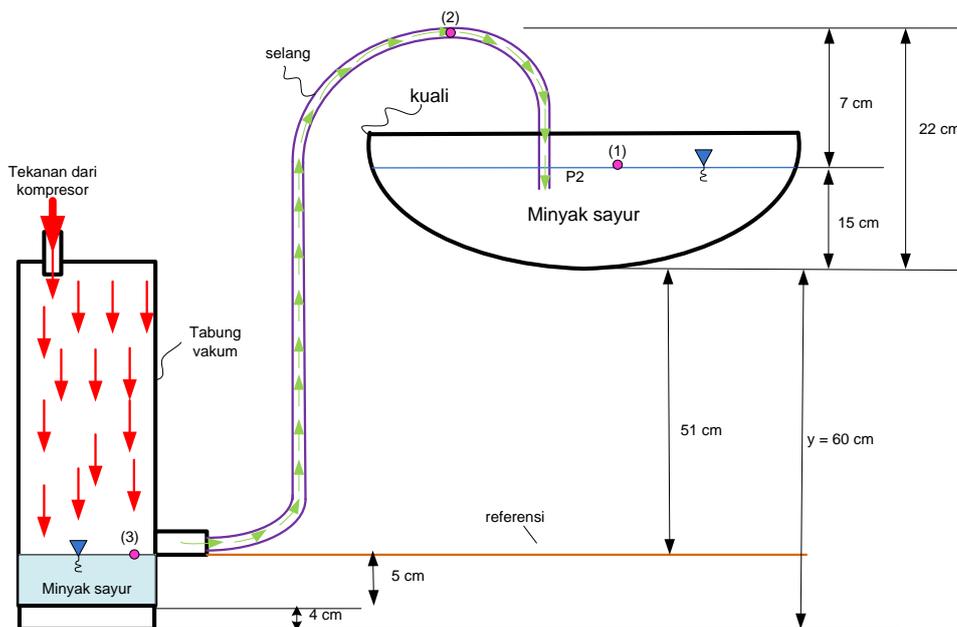


Gambar 3. Grafik hubungan tekanan hisap dan tinggi tungku

Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin tinggi tungku, maka tekanan minimum yang dibutuhkan pada tabung vakum untuk menghisap minyak ke dalam tabung semakin rendah. Untuk tinggi tungku sebesar 10 cm maka tekanan minimum yang dibutuhkan untuk menghisap minyak dalam tabung vakum adalah 0,0071 bar, dan untuk tinggi tungku 100 cm sebesar - 0,0635 bar. Protipe ini diuji dengan ketinggian tungku sebesar 60 cm, sehingga tekanan hisap minimum yang dibutuhkan -0,0321 bar.

- Pengaliran minyak dari dalam tabung vakum

Skema pengaliran minyak dari dalam tabung vakum diperlihatkan pada gambar 4.



Gambar 4. Proses pengaliran minyak dari dalam tabung vakum

Persamaan Bernoulli sepanjang garis arus (1), (2), dan (3) dapat diterapkan sebagai berikut :

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \gamma z_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \gamma z_2 = p_3 + \frac{1}{2}\rho v_3^2 + \gamma z_3$$

Pada kondisi tersebut, $p_1 = 0, p_2=p_3, v_1 = v_3 = 0$, sehingga ;

$$\begin{aligned} \gamma z_1 &= p_3 + \gamma z_3 \\ p_3 &= \gamma(z_1 - z_3) \\ p_3 &= \rho \cdot g(z_1 - z_3) \end{aligned}$$

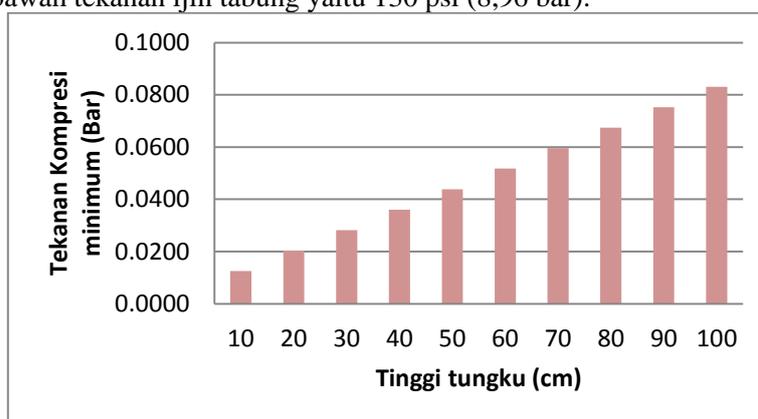
Contoh perhitungan untuk ketinggian tungku, $y = 60$ cm, ρ minyak sayur = 800 kg/m^3 , $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, $z_3 = 0$ cm, $z_1 = 66$ cm:

$$\begin{aligned} p_3 &= \rho \cdot g(z_1 - z_3) \\ p_3 &= 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} (0,66 \text{ m} - 0 \text{ m}) \\ p_3 &= 5174,4 \text{ kg/m.s}^2 \end{aligned}$$

Tabel 4 Nilai tekanan minimal yang diperlukan untuk pengaliran minyak sayur dari dalam pompa untuk ketinggian tungku bervariasi

y (cm)	ρ (kg/m ³)	g (m/s ²)	z ₁ (cm)	z ₃ (cm)	p ₃		
					(pa)	(Bar)	(Psi)
10	800	9.8	16	0	1254.40	0.0125	0.18194
20	800	9.8	26	0	2038.40	0.0204	0.29565
30	800	9.8	36	0	2822.40	0.0282	0.40936
40	800	9.8	46	0	3606.40	0.0361	0.52307
50	800	9.8	56	0	4390.40	0.0439	0.63677
60	800	9.8	66	0	5174.40	0.0517	0.75048
70	800	9.8	76	0	5958.40	0.0596	0.86419
80	800	9.8	86	0	6742.40	0.0674	0.97790
90	800	9.8	96	0	7526.40	0.0753	1.09161
100	800	9.8	106	0	8310.40	0.0831	1.20532

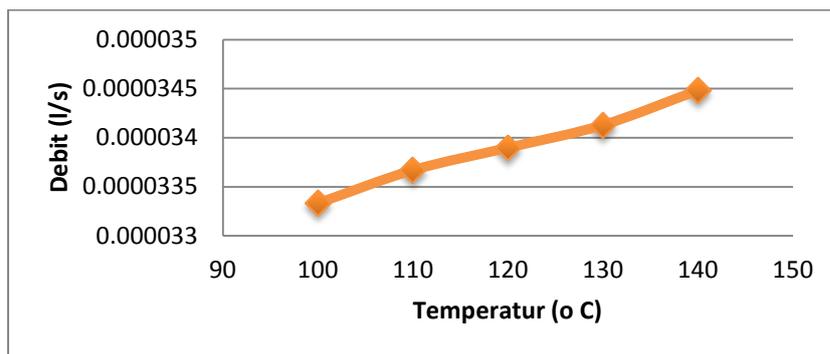
Gambar 5 menunjukkan bahwa semakin tinggi tungku, maka tekanan minimum yang dibutuhkan tabung vakum untuk mengkompresi minyak ke dalam wajan semakin tinggi, namun masih dibawah tekanan ijin tabung yaitu 130 psi (8,96 bar).



Gambar 5. Grafik hubungan tekanan kompresi dan tinggi tungku

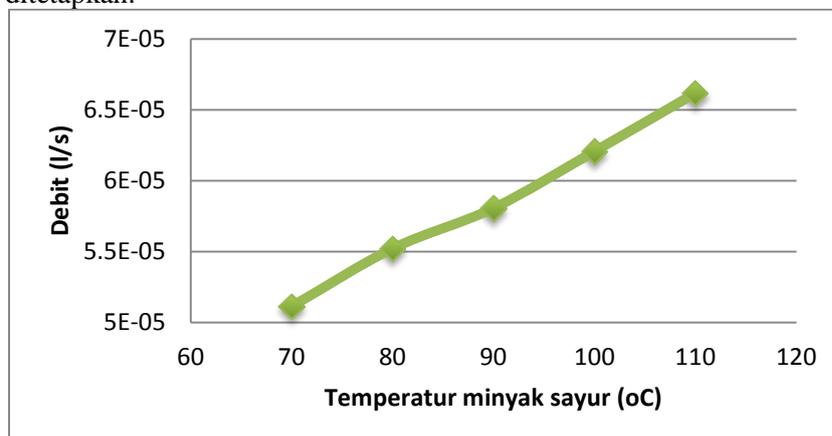
Untuk tinggi tungku sebesar 10 cm maka tekanan minimum yang dibutuhkan untuk mengalirkan minyak ke dalam tabung vakum adalah 0,0125 bar, dan untuk tinggi tungku 100 cm sebesar 0,0831 bar. Protipe ini diuji dengan ketinggian tungku sebesar 60 cm, sehingga tekanan hisap minimum yang dibutuhkan 0,0517 bar.

Gambar 6 dan 7 merupakan grafik hasil pengujian prototipe yang telah dilakukan dengan variasi temperatur



Gambar 6. Grafik hubungan temperatur terhadap debit pada penghisapan minyak ke dalam tabung vakum

Gambar 6 menyatakan, bahwa semakin besar temperatur minyak sayur, maka makin besar pula debitnya untuk tekanan seragam sebesar $-0,4$ bar. Pada pengujian tersebut seluruh minyak dapat dipindahkan dari wajan ke dalam tabung vakum, sehingga prototipe mampu memenuhi parameter perancangan yang ditetapkan.



Gambar 7. Grafik Hubungan temperatur terhadap debit pada pengaliran minyak dari dalam tabung vakum

Gambar 7 menyatakan, bahwa semakin besar temperatur minyak sayur, maka makin besar pula debitnya untuk tekanan seragam $0,7$ bar. Pada pengujian tersebut seluruh minyak dapat dipindahkan dari tabung vakum ke dalam wajan, sehingga prototipe mampu memenuhi parameter perancangan yang ditetapkan.

Kesimpulan

Berdasarkan tahapan penelitian dan pengujian prototipe yang dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Semakin tinggi tungku, maka tekanan minimum yang dibutuhkan pada tabung vakum untuk menghisap minyak semakin rendah. Protipe ini dengan ketinggian tungku sebesar 60 cm, membutuhkan tekanan hisap minimum $-0,0321$ Bar.
2. Semakin tinggi tungku, maka tekanan minimum yang dibutuhkan tabung vakum untuk mengkompresi minyak ke dalam wajan semakin semakin tinggi, namun masih dibawah tekanan ijin tabung yaitu 130 psi (8,96 Bar). Protipe ini dengan ketinggian tungku sebesar 60 cm, membutuhkan tekanan kompresi minimum sebesar $0,0517$ Bar.

3. Semakin besar temperatur minyak sayur, maka semakin besar pula debitnya untuk tekanan seragam sebesar -0,4 Bar.
4. Semakin besar temperatur minyak sayur, maka semakin besar pula debitnya untuk tekanan seragam 0,7 Bar.
5. Prototipe mampu memenuhi parameter keberhasilan perancangan yaitu pemindahan seluruh minyak dari tabung vakum ke wajan.

Saran

Saran untuk pengembangan prototipe, sebagai berikut :

1. Penelitian lanjut untuk pemilihan material prototipe yang *food grade* atau aman digunakan untuk makanan.
2. Penelitian dengan variasi desain komponen untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi alat, kapasitas pemindahan, serta keamanan pada penggunaan untuk temperatur yang lebih tinggi.
3. Pembahasan dengan variabel perhitungan ilmu mekanika fluida yang lebih kompleks dengan ketelitian yang lebih tinggi untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih terpercaya.

Daftar Pustaka

Munson, Burce R dkk. 2004. *Mekanika Fluida*. Edisi keempat. Jilid 1. Jakarta. Penerbit Erlangga.

Nurmianto, Eko. 1998. *Ergonomi: Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Edisi Pertama. Cetakan Kedua. Jakarta. Penerbit Guna Widya.

Pahl, G et al. 2007. *Engineering Design*. Thirth Edition. Springer.

Pusvyta, Y. 2013. Kompleksitas pada proses perancangan prototipe alat pemindah masakan. Prosiding SNTTM XII. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung

<http://industri.kontan.co.id/news/gapmmi-prediksi-pertumbuhan-industri-mamin-2014-6> diakses tanggal 10 November 2014

<http://www.wartakota.co.id/detil/berita/25203/Industri-Makanan-dan-Minuman - Pemakai-Terbesar> diakses tanggal 19 Maret 2012