

ANALISIS UNJUK KERJA VENTURI VAKUM DENGAN VARIASI DIMENSI DAN VISKOSITAS FLUIDA

R.N. Akhsanu Takwim¹, Kris Witono²

1,2 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang

Email: akhsanu140474@gmail.com¹, k_witono@yahoo.com²

ABSTRAC

In the venturi vacuum, to produce a vacuum condition, a liquid fluid flow is required which is driven by a centrifugal pump through the venturi passage. The amount of vacuum pressure generated by venturi is influenced by the increase of flow velocity due to the diminution of the cross-section which follow Bernoulli principle. The flow velocity on the channel is influenced by the discharge generated by the pump following the continuity law. In addition to speed, channel input pressure is also a variable that affects venturi vacuum pressure. Performance of a setrifugal pump in the form of flow and pressure discharge greatly affect venturi vacuum performance, so that the variables affecting the performance of a setrifugal pump such as fluid viscosity, will also affect the venturi vacuum performance.

Therefore, it is necessary to evaluate the effect of viscosity and venturi dimension on vacuum pressure and discharge into the main objective of this study so that the variables can improve the venturi vacuum pump performance. In this study liquid fluid with three variations of viscosity flowed through three different venturi dimension variations. Then measured parameters that occur, such as fluid flow fluid flow, fluid pressure fluid and vacuum pressure that occurs in the tube.

From this study obtained, at the angle of diffuser 5° the lowest vacuum pressure of -66.75 cmHg occurs in water fluid with viscosity of 17 centipoise. Similarly, at the angle of the diffuser 6.5° the value of the lowest vacuum pressure is also produced by a water fluid of -68 cmHg which is the lowest value compared to other diffuser angles and other fluid viscosities. While at 8° diffuser angle, the lowest vacuum pressure value is also produced by water fluid of -64.5 cmHg.

Keywords: Vacuum venturi, Diffuser angle, Viscosity, Vacuum pressure

1. PENDAHULUAN

Teknologi hampa sering digunakan dalam industri kimia, refrigerasi maupun dalam industri pengolahan hasil pertanian, di mana bahan baku diproses dalam kondisi hampa udara untuk menghindari terjadinya oksidasi atau juga untuk menurunkan titik didih cairan, sehingga tidak merusak kandungan nutrisi, maupun warna, rasa dan aroma produk, khususnya produk pangan yang rentan terhadap temperatur tinggi seperti buah dan sayur-mayur.

Dalam aplikasinya ada beberapa alat penghasil vakum yang sering digunakan dalam proses pengolahan produk pangan, yaitu pompa vakum tipe *water ring*, dan pompa vakum venturi. Pompa vakum tipe *water ring* memiliki performa yang baik, tetapi harganya yang cukup mahal sehingga hanya banyak dipakai oleh kalangan industri menengah ke atas. Sedangkan pompa vakum venturi banyak digunakan oleh industri kecil menengah karena harganya relatif lebih murah tetapi performanya lebih rendah dibandingkan tipe *water ring*.

Pada pompa vakum venturi, untuk menghasilkan kondisi vakum dibutuhkan aliran fluida cair yang digerakkan oleh pompa sentrifugal melewati saluran venturi. Besarnya tekanan hampa yang dihasilkan oleh venturi dipengaruhi oleh pertambahan kecepatan aliran akibat pengecilan penampang saluran yang mengikuti prinsip Bernoulli. Kecepatan aliran pada saluran dipengaruhi oleh debit yang dihasilkan oleh pompa yang mengikuti hukum kontinuitas. Selain kecepatan, tekanan input saluran juga merupakan variabel yang mempengaruhi tekanan vakum venturi. Unjuk kerja pompa setrifugal berupa debit aliran dan tekanan sangat mempengaruhi unjuk kerja vakum venturi, sehingga variabel-variabel yang mempengaruhi unjuk kerja pompa setrifugal seperti viskositas cairan, juga akan berpengaruh terhadap unjuk kerja vakum venturi.

Dalam proses pengolahan pangan dengan teknologi vakum, selain besarnya tekanan hampa, debit aliran udara atau uap air yang dihisap dari tabung proses, harus cukup untuk mengeluarkan uap air yang dihasilkan oleh penguapan bahan.

Oleh karena itu untuk memahami unjuk kerja vakum venturi dan mengevaluasi pengaruh viskositas dan dimensi venturi terhadap tekanan dan debit vakum menjadi tujuan utama penelitian ini sehingga diperoleh variabel-variabel yang dapat memperbaiki unjuk kerja pompa vakum venturi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Alat pengering hampa (Vacuum Dryer) adalah alat yang digunakan untuk mengeringkan berbagai macam produk pangan yang rentan terhadap temperatur tinggi seperti buah dan sayuran dengan proses hampa. Pengeringan hampa merupakan cara pengolahan yang tepat untuk menghasilkan produk makanan dengan mutu tinggi. Prinsip kerja pengeringan hampa ini adalah dengan menguapkan kadar air dalam bahan pada tekanan yang rendah sehingga temperatur penguapan tidak terlalu tinggi untuk menjaga kualitas produk tetap baik.

Untuk menghasilkan produk dengan kualitas yang bagus dalam artian warna, aroma, dan rasa produk pangan tidak berubah dan renyah pengaturan temperatur tidak boleh melebihi 90°C dan tekanan hampa antara -65 sampai -76 cmHg. Pada kondisi hampa, temperatur pengeringan dapat diturunkan menjadi 70° - 85°C , karena penurunan titik didih air.

2.1 Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian Budianto, 2007 menunjukkan bahwa semakin kecil sudut nozzle maka tekanan hampa dan kecepatan aliran semakin rendah, dan dalam Lukman, 2007 menunjukkan bahwa semakin kecil sudut nozzle maka waktu yang dibutuhkan semakin pendek untuk mencapai tekanan yang sama. Sedangkan penelitian Fadli, 2007 menunjukkan bahwa semakin kecil sudut nozzle menyebabkan kecepatan air semakin kecil sehingga waktu pengorengan akan menjadi lebih lama.

Mubarok, 2009 meneliti pengaruh variabel tekanan dan debit aliran fluida pendorong terhadap kinerja venturi. Hasilnya variabel tekanan fluida masuk venturi sangat mempengaruhi kinerja venturi, di mana semakin besar tekanan fluida pendorong, maka semakin rendah tekanan vakum.

Sudibyo,2010 mengevaluasi tekanan vakum pada jet venturi dengan variasi diameter pipa venturi dengan sudut standar 60° di mana tekanan vakum optimal terjadi pada diameter 10,5 mm.

2.2 Pengukuran Viscositas

Kekentalan atau viscositas adalah sifat dari suatu zat cair (fluida) disebabkan adanya gesekan antara molekul-molekul zat cair dengan gaya kohesi pada zat cair tersebut. Gesekan-gesekan inilah yang menghambat aliran zat cair. Besarnya kekentalan zat cair dinyatakan dengan suatu bilangan yang menentukan kekentalan suatu zat cair. Hukum viskositas Newton menyatakan bahwa untuk laju perubahan bentuk sudut fluida yang tertentu maka tegangan geser berbanding lurus dengan viskositas.

Ada beberapa metode yang dapat dilakukan untuk mengukur viscositas cairan, yang terbagi dalam 3 (tiga) kategori yaitu:

1.Capillary Viscometer

2.Rotary Viscometer

3.Miscellaneous instrument

Pada capillary viscometer, pengukuran nilai viscositas berdasarkan *flow rate*/laju aliran cairan dengan jumlah volume tertentu dan dengan mengacu pada temperatur tertentu tabung atau pipa kaca.

Untuk *rotary viscometer* menggunakan tenaga putaran dengan kecepatan putaran poros yang konstan (constan rotational speed). Metode ini biasanya digunakan pada *Cold Cracking Simulator (CCS)*, *Mini-Rotary Viscometer (MRV)*, *Brookfield Viscometer*, *Tapered Bearing Simulator (TPS)*, dan *Ravenfield Tapered Plug*. *Miscellaneous instrument* misalnya menggunakan metode pergerakan bola besi yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi, tekanan yang dihasilkan oleh *probe* akibat pergerakan cairan, digunakan sebagai instrument ukur yang dikonversikan menjadi nilai tertentu.

3. METODOLOGI

3.1 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini yang menjadi variabel bebas adalah:

- Dimensi diffuser venturi
- Viskositas cairan

Sedangkan variabel terikatnya adalah:

- Tekanan hampa
- Debit hisap venturi

3.2 Rancangan Penelitian

Eksperimen akan diawali dengan membuat instalasi uji vakum venturi dengan 3 ukuran dimensi diffuser venturi dengan sudut divergen berbeda-beda. Instalasi ini terdiri dari rangkaian pompa sentrifugal di mana inletnya terhubung dengan reservoir yang berisi fluida yang viskositasnya akan divariasikan. Outlet pompa terhubung dengan inlet venturi melalui pipa 1,5 inci yang telah dipasang manometer dan sensor *flowmeter*. Outlet venturi terhubung kembali ke reservoir melalui pipa 1,5 inci yang sudah terpasang manometer dan sensor *flowmeter*. Pada bagian leher venturi dihubungkan dengan tabung vakum yang dilengkapi dengan vakum meter dan katup, melalui selang hisap $\frac{3}{4}$ inci. Pada selang hisap dipasang sensor *flowmeter* untuk mengukur debit hisap venturi. Katup pada tabung vakum berfungsi untuk mengembalikan tekanan dalam tabung menjadi tekanan atmosfer.

3.2.1 Bahan yang digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *etylen glycol* dan Tepung maizena yang digunakan untuk merubah viskositas air, yang akan dijadikan fluida pendorong.

3.2.2 Peralatan yang dipakai

1. Viskometer.

Pengukuran viscositas cairan dilakukan dengan metode rotary pada laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Malang, sebagaimana tampak pada gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Viscometer Rotary

2. Pompa Sentrifugal.

Pompa sentrifugal yang digunakan adalah pompa Merk Interdap HATEN model MQC 401A dengan daya 600 watt dan debit 340 liter/menit. Bentuk pompa sentrifugal yang digunakan sebagaimana tampak pada gambar 2.



Gambar 2. Pompa Sentrifugal

3. Flow meter

Untuk pengukuran debit cairan pompa digunakan water flow sensor dengan Model YF-DN40 dengan display model ZL-LCD-M. Sedangkan untuk pengukuran debit gas atau udara hisap menggunakan flow sensor AICHI Model OF 05ZAT dengan display Model ZL-LCD-M, sebagaimana tampak pada gambar 3 berikut:



Gambar 3. Flow meter sensor digital untuk gas/udara dan air

4. Tabung Vakum

Pada tabung vakum dilengkapi dengan manometer vakum untuk mengukur tekanan dalam tabung dan *ball valve* untuk mengembalikan tekanan tabung ke tekanan atmosfer. Bentuk tabung vakum yang digunakan sebagaimana tampak pada gambar 4 berikut.



Gambar 4. Tabung Vakum

5. *Jet Venturi*

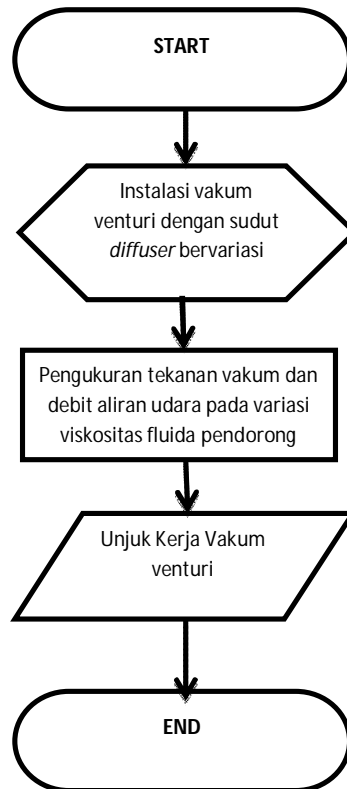
Jet venturi dibuat dari bahan *Poly Vinyl Clorida* terdiri dari sebuah *nozzle* dan sebanyak 3 buah *diffuser* dengan variasi sudut 5° , 6.5° dan 8° , serta sebuah

chasing penutup yang dilengkapi dengan saluran hisap. Bentuk masing-masing bagian tampak pada gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. *Nozzle* dan *Diffuser* venturi dengan variasi sudut 5° , 6.5° dan 8° serta *Chasing Vacuum Venturi*

Urutan proses percobaan dalam penelitian, sebagaimana terlihat pada diagram alir berikut (gambar 6):



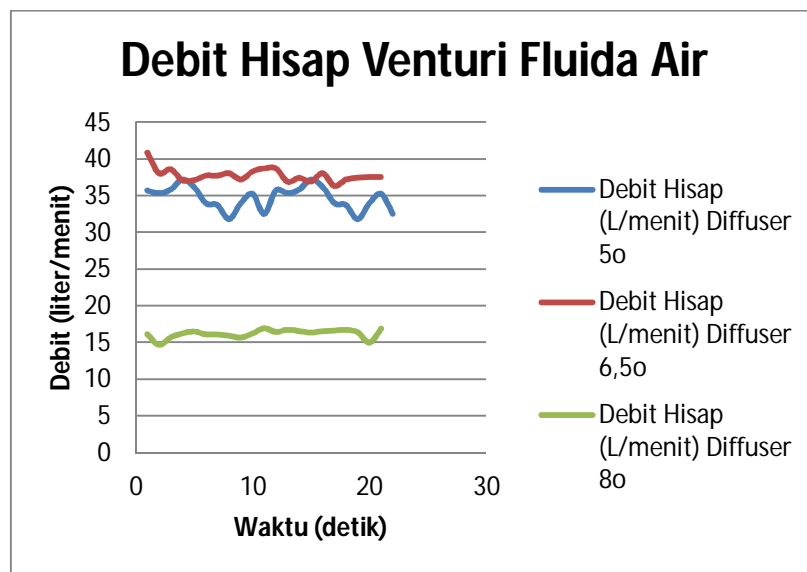
Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil percobaan disajikan dalam bentuk grafik untuk masing-masing variabel pemotongan.

- i. Pengaruh sudut *diffuser* venturi pada viskositas cairan 17 centipoise (fluida air) terhadap debit hisap venturi

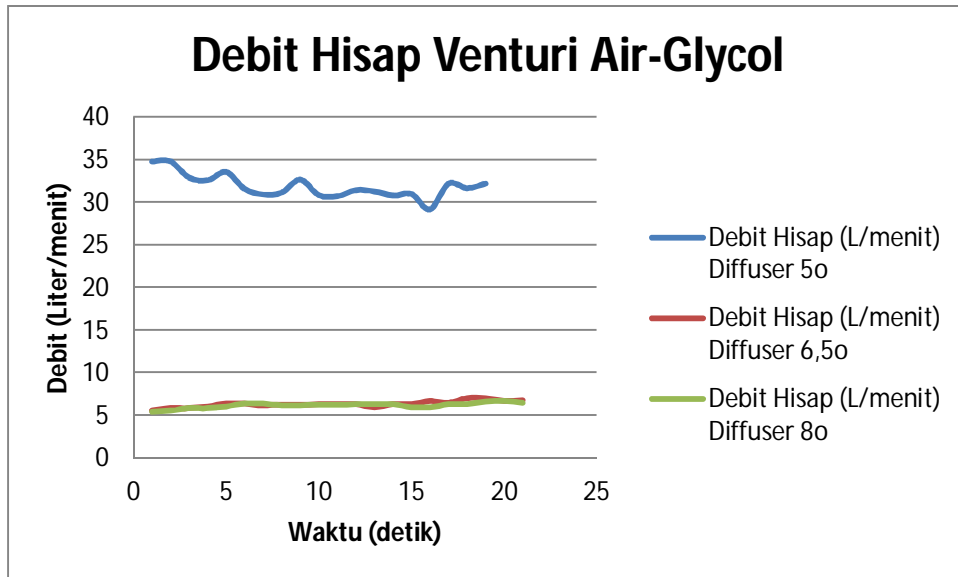
Untuk viskositas 17 centipoise debit hisap venturi dengan berbagai variasi sudut *diffuser* sebagaimana tampak pada gambar 7 berikut:



Gambar 7. Grafik Debit Hisap Venturi Pada Beberapa Variasi Sudut Diffuser dengan fluida Air

- ii. Pengaruh sudut *diffuser* venturi pada viskositas cairan 20 centipoise (fluida air-glycol) terhadap debit hisap venturi

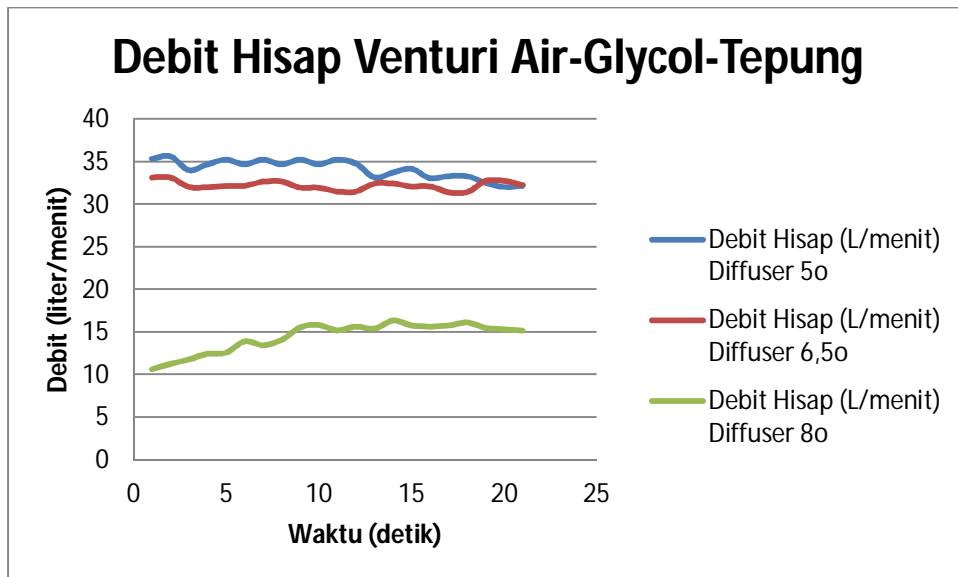
Untuk fluida air-glycol debit hisap venturi dengan berbagai sudut *diffuser* sebagaimana tampak pada gambar 8 berikut:



Gambar 8. Grafik Debit Aliran Hisap Pada Beberapa Variasi Sudut Diffuser dengan Fluida Air-Glycol

iii. Pengaruh sudut *diffuser* venturi pada viskositas cairan 22 centipoise (fluida air-glycol-tepung) terhadap debit hisap venturi

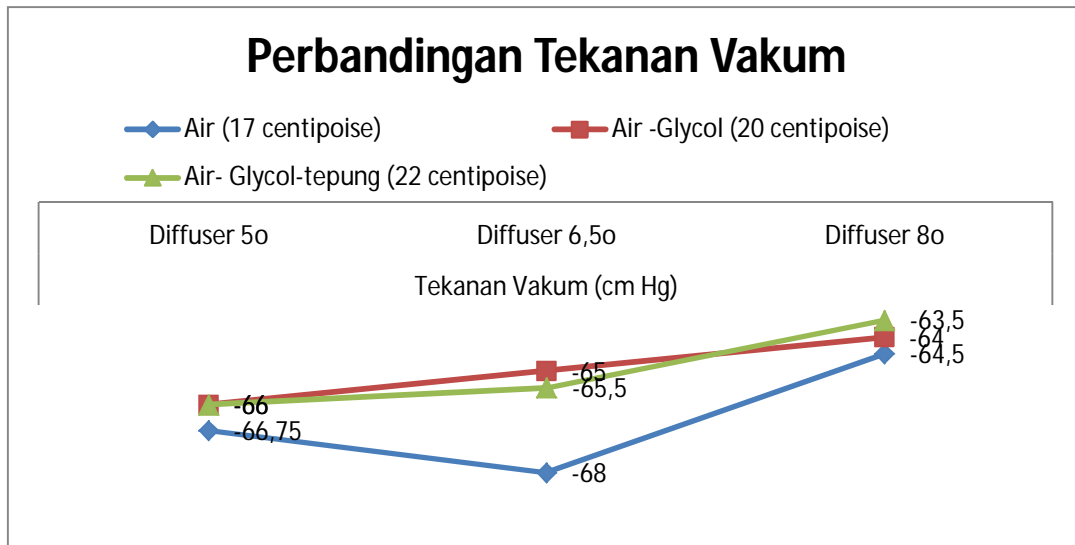
Untuk fluida air-glycol-tepung debit hisap venturi dengan berbagai sudut *diffuser* sebagaimana tampak pada gambar 9 berikut:



Gambar 9. Grafik Debit Aliran Hisap Pada Beberapa Variasi Sudut Diffuser dengan Fluida Air-Glycol-Tepung

- iv. Pengaruh sudut *diffuser* venturi pada beberapa viskositas cairan terhadap tekanan venturi

Pengaruh sudut *diffuser* venturi pada beberapa viskositas cairan terhadap tekanan vakum yang terjadi pada tabung vakum dapat dilihat pada gambar 10 berikut:



Gambar 10. Grafik Tekanan vakum Pada Beberapa Variasi Sudut Diffuser dan viskositas fluida

- v. Pengaruh sudut *diffuser* venturi pada viskositas cairan 17 centipoise (fluida air) terhadap debit hisap venturi

Debit hisap rata-rata yang terjadi pada venturi dengan viskositas fluida 17 centi poise, dimana pada diffuser 6,5° disamping menghasilkan tekanan vakum yang paling rendah, tetapi menghasilkan debit hisap rata-rata yang paling besar yaitu sebesar **37,81** liter/menit, selanjutnya diikuti oleh diffuser 5° sebesar **34,71** liter/menit dan debit hisap rata-rata terkecil pada diffuser 8° sebesar **16,23** liter/menit.

- vi. Pengaruh sudut *diffuser* venturi pada viskositas cairan 20 centipoise (fluida air-glycol) terhadap debit hisap venturi

Pada viskositas fluida 20 centi poise ini, debit aliran hisap venturi semakin besar seiring mengecilnya sudut diffuser, dimana pada sudut diffuser 5°

menghasilkan debit hisap rata-rata sebesar **31,92** liter/menit, sudut diffuser $6,5^\circ$ sebesar **6,30** liter/menit dan pada sudut diffuser 8° menghasilkan debit hisap rata-rata sebesar **6,15** liter/menit.

- vii. Pengaruh sudut *diffuser* venturi pada viskositas cairan 22 centipoise (fluida air-glycol-tepung) terhadap debit hisap venturi

Pada viskositas fluida 22 centipoise ini, hasil pengujian menunjukkan peningkatan debit aliran hisap seiring dengan pengecilan sudut diffuser venturi. Debit hisap terbesar juga dihasilkan oleh sudut diffuser 5° sebesar **34.08** liter/menit disusul oleh sudut diffuser $6,5^\circ$ sebesar **32.21** liter/menit dan sudut diffuser 8° sebesar **14,45** liter/menit.

- viii. Pengaruh sudut *diffuser* venturi pada beberapa viskositas cairan terhadap tekanan venturi

Pada pengujian tekanan vakum venturi dengan variasi sudut diffuser pada beberapa jenis fluida pendorong dengan viscositas yang berbeda, secara umum menunjukkan penurunan tekanan seiring dengan pengecilan sudut diffuser. Tetapi hal ini hanya terjadi pada fluida air-glycol dan fluida air-glycol-tepung, sedangkan pada fluida air tekanan terendah sebesar -68 cmHg terjadi pada sudut diffuser $6,5^\circ$, sebagaimana tampak pada gambar.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisa dan pembahasan dapat disimpulkan:

1. Viskositas fluida mempengaruhi unjuk kerja vakum venturi. Pada sudut diffuser 5° tekanan vakum terendah sebesar -66,75 cmHg terjadi pada fluida air dengan viskositas 17 sentipoise. Demikian juga pada sudut diffuser $6,5^\circ$ nilai tekanan vakum terendah juga dihasilkan oleh fluida air sebesar -68 cmHg yang merupakan nilai yang paling rendah dibandingkan dengan sudut diffuser lain dan viskositas fluida yang lain. Sedangkan pada sudut diffuser 8° , nilai

tekanan vakum terendah juga dihasilkan oleh fluida air sebesar -64,5 cmHg. Peningkatan tekanan terjadi pada saat viskositas cairan meningkat seperti halnya yang terjadi pada fluida air yang dikentalkan dengan etylen glycol dan tepung.

2. Pada umumnya dimensi venturi, dalam hal ini diwakili oleh sudut diffuser, sangat berpengaruh terhadap unjuk kerja vakum venturi. Semakin besar sudut diffuser venturi, akan menaikkan tekanan yang dihasilkan, kecuali pada fluida pendorong air, sudut diffuser venturi optimum sebesar $6,5^\circ$ yang menghasilkan tekanan vakum terendah.

Dari hasil penelitian yang dilakukan ada beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk tindak lanjut dari penelitian ini yaitu:

1. Perlu penelitian lanjutan dengan menggunakan fluida yang memiliki viskositas yang lebih rendah daripada viskositas air.
2. Perlu penelitian lanjutan terkait dengan posisi pemasangan venturi vakum pada instalasi, terkait dengan posisi *vertikal up*, *vertikal down*, horisontal maupun sudut 45° , dan pengaruhnya terhadap unjuk kerja vakum venturi.

DAFTAR PUSTAKA

- Giles, Ranald V., 1984, **Mekanika Fluida dan Hidraulika**, Edisi Kedua, Jakarta: Erlangga.
- Munson, Bruce R., et.all., 2004, **Mekanika Fluida**, Jilid I, Edisi Keempat, Jakarta: Erlangga.
- Lukman Ludwimarta; 2007, **Analisis Pengaruh Perubahan Sudut Nosel Terhadap Waktu Untuk Mencapai Tekanan Yang Sama Pada Mesin Penggoreng Hampa Udara (Vacuum Frying)**, Skripsi, Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Mesin, ITN, Malang.

Nuzulul Fadli; 2007, **Analisis Pengaruh Perubahan Sudut Nosel Terhadap Hasil Penggorengan Buah Nanas Pada Mesin Penggoreng Hampa Udara (Vacuum Frying)**, Skripsi, Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Mesin, ITN, Malang

Agus Sudiby; 2010, **Pengaruh Diameter Pipa Venturi Terhadap Tekanan Pada Mesin Vakum Frying**, Laporan Penelitian, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Gajayana Malang.