

STUDI TERHADAP POMPA VAKUM TIPE ORIFIS

Benny D Leonanda¹, Christian Sudiman², Uyung GSD¹

Abstrak

Teknologi pemvakuman sangat bermanfaat dalam kehidupan manusia saat ini. Contoh nyata pemanfaatan teknologi vakum adalah pada teknologi pembuatan lampu pijar, neon, pengeringan, pengolahan serta pengawetan makanan, dan obat-obatan. Pemvakuman memanfaatkan kondisi tekanan yang berada di bawah tekanan atmosfer (tekanan vakum). Penempatan sebuah orifis pada sisi isap pompa dapat memanfaatkan tekanan vakum yang dihasilkannya. Pada penelitian divariasikan laju volume aliran serta memvariasikan diameter lubang orifis. Tekanan vakum paling besar diperoleh berada pada 79,584 kPa pada diameter orifis 6 mm, dan laju volume 8 l/min, posisi penempatan tap 0,5 D.

Key words: Pemvakuman, vakum, dan orifis

1. Pendahuluan

Teknologi pemvakuman sangat bermanfaat dalam kehidupan manusia, mulai dari pengolahan bahan makanan, hasil olah bahan pertanian, obat-obatan, sampai pada pembuatan-pembuatan alat-alat yang butuh teknologi tinggi seperti halnya lampu listrik, hard disk komputer, dan lain-lain. Pembuatan keripik kentang yang renyah dengan metoda penggorengan ala Francis merupakan contoh yang paling populer dari pemanfaatan pompa vakum. Jamur goreng yang sebelumnya merupakan impian dapat diperoleh dengan menggunakan pompa vakum pada saat menggorengnya. Banyak sekali zat-zat yang bermanfaat dari tumbuh-tumbuhan harus dipisahkan dari pelarutnya pada temperatur rendah, hal ini dapat dicapai dengan cara menurunkan tekanan udara di dalam kontainernya.

Bagian sisi isap pompa mempunyai tekanan vakum, dan tekanan ini dapat dimanfaatkan untuk sesuatu keperluan tanpa atau tidak harus mengganggu kerja pompa. Penambahan sebuah peralatan lain pada sisi isap pompa, dapat dilakukan dengan penyadapan/pengisapan fluida (cairan atau gas).

Tekanan vakum adalah tekanan yang berada di bawah tekanan atmosfer atau udara sekeliling. Untuk mendapatkan tekanan vakum, dibutuhkan suatu alat yang dapat membuang udara dari dalam suatu kontainer. Akan tetapi peralatan yang dibutuhkan biasanya kompleks, padat, dan mahal, tidak cocok untuk semua kebutuhan. Sehingga untuk memenuhi kebutuhan skala kecil, atau untuk industri rumah tangga alat pompa vakum yang demikian tidak dapat dipenuhinya. Di samping itu kemungkinan ditemukan suatu alat baru yang mudah dan murah selalu terbuka. Metoda dan peralatan yang akan dibuat kemungkinan akan membuka peluang mendapatkan suatu inovasi baru di dalam teknologi pemvakuman.

¹ Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas

² Alumnus Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, 2004

Teknologi pemvakuman ruang telah lama berkembang. Proses perancangan, pembuatan, dan pemanfaatannya sangat banyak sekali. Inovasi-inovasi untuk mendapat ruang vakum dengan metode-metode dan peralatan baru terus saja diteliti dan dicari orang. Penyederhanaan, pemodifikasian, disertifikasi, serta penyempurnaan terhadap suatu produk selalu saja dilakukan. Penelitian ini merupakan salah satu dari hal tersebut di atas.

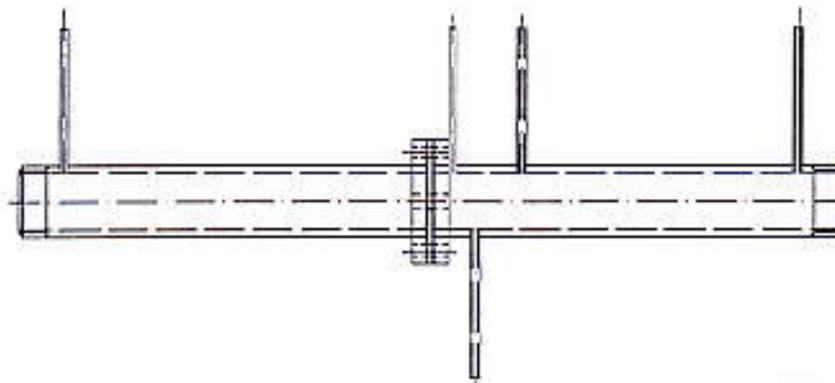
Di dalam penelitian ini dipakai sebuah orifis (sebuah pelat dengan lubang kecil di tengah-tengahnya) untuk mendapatkan tekanan rendah sebagai akibat pengecilan penampang saluran. Pelat orifis mempunyai bentuk sederhana, mudah dalam pembuatan, dan perawatan.

Penelitian ini merupakan evaluasi kembali serta dan memperbaiki penelitian mandiri dalam bentuk tugas akhir mahasiswa yang saya bimbing setahun sebelumnya dengan dana mandiri.

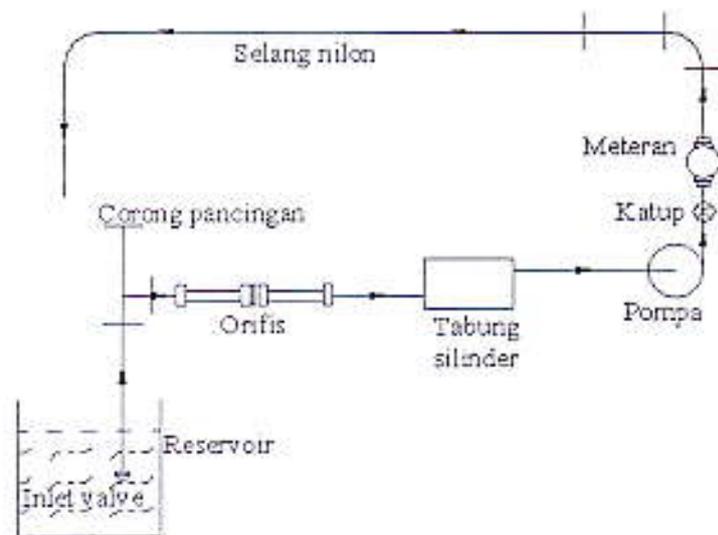
Tujuan yang hendak dicapai adalah mendapatkan suatu peralatan yang mampu menghasilkan ruang vakum dengan memanfaatkan sisi isap pompa yang memakai sebuah orifis sebagai tempat penyadapan untuk ruang vakum, mencari sejauh mana kemampuan tekanan vakum yang dapat dicapai oleh orifis. Manfaat dari penelitian ini diharapkan didapatkan suatu peralatan baru yang dapat menghasilkan ruang vakum dan serta karakteristik pemvakumannya.

2. Metode Penelitian

Orifis dalam pengertian bahasa diartikan sebagai lubang kecil. Di dalam bahasa teknik orifis adalah sebuah plat tipis yang diberi lubang di tengah-tengahnya. Bentuk lubang dan besarnya tergantung pada penggunaan dan fungsinya. Orifis ditempatkan di antara dua buah pipa, kontraksi penampang aliran akan mengakibatkan penurunan tekanan sesudah fluida melewati pelat tersebut. Dalam pengujian ini digunakan tiga buah orifis berlubang bulat dengan diameter 6, 8, dan 10 mm (Gambar 1). Diameter pipa yang dipakai adalah 25,4 mm. Ada 5 buah tap pengukur tekanan dengan jarak tap pengukuran tekanan vakum di diberikan 0.5D, 1D, 2 D, serta tap pengukur tekanan sebelum masuk , keluar pipa orifis 8D.



Gambar 1. Orifis yang dipakai di dalam pengujian



Gambar 1. Sketsa instalasi pengujian pompa vakum orifis.

Sketsa instalasi selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 2. Pengujian terhadap kemampuan vakum orifis dilakukan di sebelah sisi isap pompa. Pada umumnya tekanan vakum yang dapat diperoleh sebuah pompa biasanya sampai 9 m H₂O, sesuai kemampuan maksimum sebuah pompa untuk menghasilkan vakum. Sebelum penempatan orifis dipasang sebuah tabung dengan diameter 50 mm panjang 20 cm, yang berfungsi mengurangi fluktuasi tekanan akibat sudu-sudu pompa.

Pompa yang digunakan bermerek Orange Pump buatan Melbourne, Australia, Model CP200, dengan spesifikasi 550 Watt, 3,5 amper, dan 220-230 volt. Kapasitas output yang dapat dihasilkan pompa ini adalah 120 lt/min, dan head maksimum 23 meter. Dengan perhitungkan susunan instalasi pengujian dan rugi-rugi aliran di sepanjang pipa kapasitas maksimum yang dapat dihasilkan untuk masing-masing orifis dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Laju aliran yang dapat di alirkan di dalam instalasi pengujian

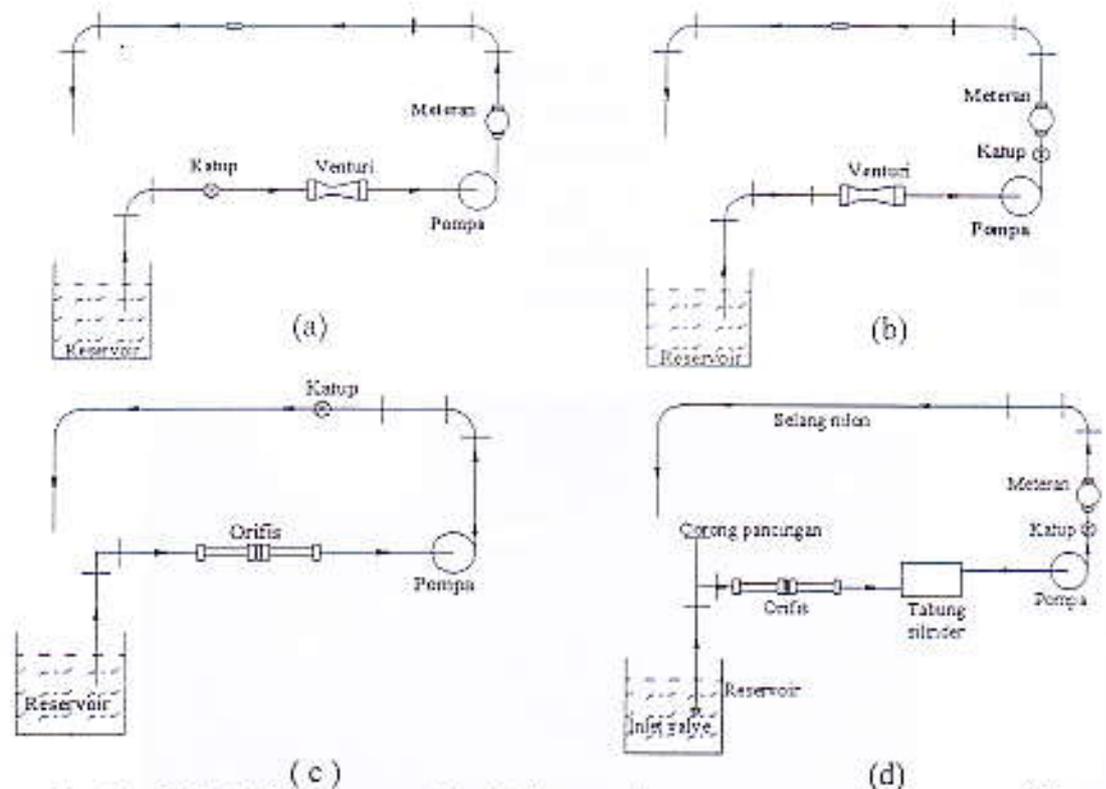
No	d_{orifis} (mm)	$Q_{\text{izin teoritis}}$ (lt/min)	$Q_{\text{maks terukur}}$ (lt/min)
1	6	14,88	8
2	8	19,35	15
3	10	23,4	23

Untuk mengukur tekanan pada sebelum dan sesudah

Untuk mengukur berapa perubahan tekanan pada masing-masing tap orifis digunakan lima buah manometer air raksa 85 mm dengan diameter tabung 3 mm.

3. Hasil dan Diskusi

Dari evaluasi instalasi pengujian eksperimen-eksperimen terdahulu^{1,2,6} seperti terlihat pada Gambar 1, (a), (b), dan (c) terdapat permasalahan pada fluktuasi tekanan isap pompa sebagai pengaruh dari sudu-sudu pompa. Pada Gambar 1 (d) ditambahkan sebuah tabung berdiameter 2 inci panjang 4 kali diameter untuk mengurangi fluktuasi tekanan pada sisi isap pompa yang diakibatkan oleh gerakan sudu-sudu pompa. Di samping itu ditambahkan katup searah pada kaki pipa isap. Penambahan katup searah akan memudahkan pengoperasian pompa pada saat dihidupkan



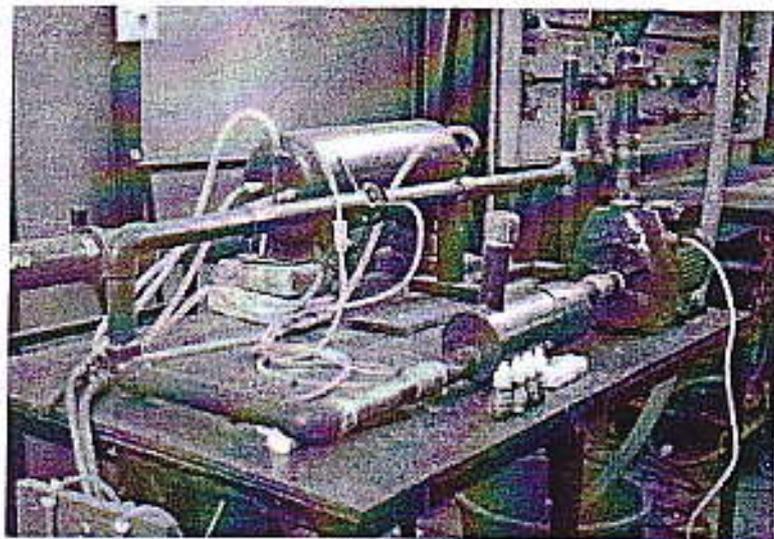
Gambar 3. Perbaikan susunan instalasi pengujian pompa vakum tipe venturi^{2,6}, dan orifis¹.

Penelitian yang dilakukan pada pompa vakum tipe venturi dalam bentuk penelitian mandiri menunjukkan adanya fenomena kavitasi dan surging, di mana adanya fluktuasi ketinggian manometer data pengujian pada bacaan manometer. Laju aliran di sini berubah-ubah secara periodik. Pengujian pertama yang dilakukan sebelumnya⁶, terlihat pada Gambar 3 (a), katup bola pengatur debit dipasang pada posisi sebelum masuk venturi, hasilnya fluktuasi data terjadi pada setiap titik pengujian. Hal ini disebabkan adanya perubahan tekanan dan kecepatan yang besar pada aliran fluida sebelum melewati titik pengujian. Pengembangan penelitian kemudian dilakukan seperti Gambar 3(b)², dengan menggunakan venturi yang sama, katup bola pengatur debit dipasang pada sisi buang pompa. Fluktuasi data di sini mulai berkurang dan hanya terjadi pada titik pengujian saat aliran fluida keluar dari venturi.

Perbaikan instalasi sistem yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3 (d), terlihat adanya penambahan, yang meliputi :

- Tabung reservoir di antara sisi keluar orifis dan sisi isap pompa.
- Pemasangan katup engsel searah (inlet valve) pada lubang masuk air.
- Corong pemancingan pompa di luar pompa
- Penggunaan orifis sebagai penurun tekanan (pompa vakum tipe orifis).
- Perbaikan tap pembacaan tekanan pada sambungan selang manometer.

Pemasangan katup searah di sini bertujuan agar air yang telah masuk ke dalam sistem, tidak keluar dari sistem tanpa adanya usaha dari pompa. Pembuatan corong pemancingan bertujuan untuk mempermudah pengujian. Sementara, tap pembacaan tekanan pada sambungan selang manometer bertujuan untuk menghindari kebocoran dan tertutupnya selang saat penguncian sambungan. Pada sistem yang baru tujuan tersebut telah tercapai, dan tentunya mempermudah pengujian. Instalasi lengkap setelah diadakan penyempurnaan terlihat seperti Gambar 4.

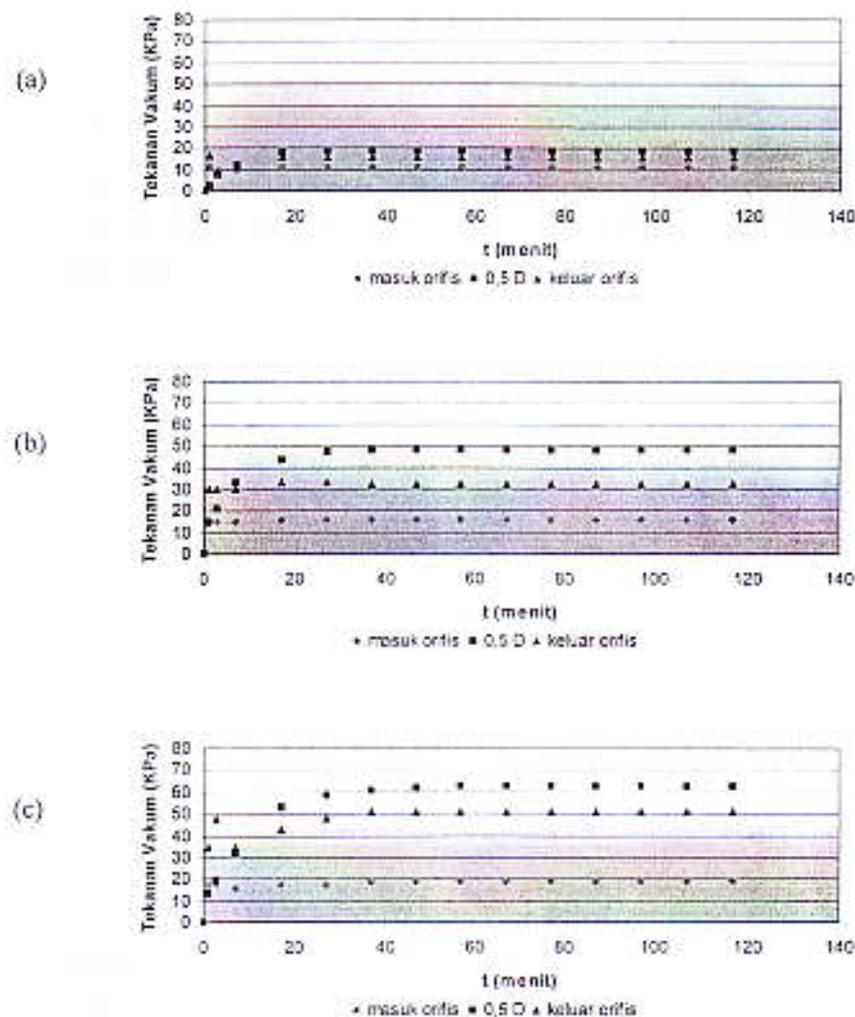


Gambar 4. Photo instalasi pengujian pompa vakum orifis

Dari hasil-hasil pengujian didapatkan beberapa karakteristik pompa vakum orifis di antaranya :

- Perubahan debit aliran terhadap kenaikan vakum.
- Perubahan posisi tap terhadap mampu vakum setelah aliran melewati orifis
- Perubahan ukuran diameter orifis terhadap kenaikan tekanan vakum, serta
- Garis derajat energi dan hidrolis di dalam saluran orifis.

Secara umum pengaruh debit aliran terhadap kenaikan vakum dapat dilihat pada Gambar 5. Pada Gambar tersebut diperlihatkan hasil pengujian terhadap sebuah plat orifis dengan diameter 10 mm, dengan tiga besaran laju aliran yaitu 12, 18, dan 23 lt/min.

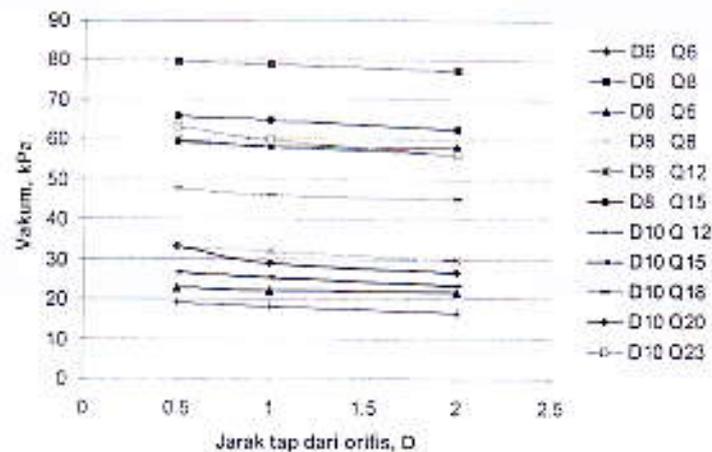


Gambar 5. Laju kenaikan tekanan vakum untuk diameter orifis 10 mm dengan debit 12 (a), 18 (b), dan 23(c) lt/min.

Dari ketiga grafik tersebut dapat dilihat kestabilan tekanan vakum setelah melewati 20 menit pertama setelah motor pompa di hidupkan. Pada gambar-gambar tersebut di perhatikan tekanan sebelum memasuki orifis, 0,5 D setelah melewati orifis serta setelah keluar orifis. Tekanan tertinggi terlihat jelas sekali pada tap 0,5 D setelah melewati orifis, dan ini berbeda dengan tekanan vakum yang dihasilkan pada tap 8D setelah melewati orifis. Pada tap 8D setelah melewati orifis terlihat tekanan di dalam aliran terpulihkan kembali akibat pembesaran penampang aliran. Dari ketiga grafik tersebut terlihat dengan jelas bahwa pengaruh debit sangat besar, makin besar debit yang mengalir maka makin vakum tekanan yang dihasilkan. Tekanan maksimum yang mampu dihasilkan untuk masing-masing debit 23, 18, 12 lt/min berturut-turut adalah 63.08, 47.64, dan 18.89 kPa Vakum.

Pada saat melewati gangguan, aliran berperilaku unik, fluida tidak serta-merta mengisi ruang kosong di belakang aliran. Pada saat aliran melewati orifis, aliran mengalami pemisahan pada bibir orifis dan langsung menuju dinding pipa dengan pola tertentu. Penampang aliran setelah melewati orifis akan mengalami pengecilan yang lebih kecil dari diameter lubang orifis (vena contracta) dan

kemudian mengalami ekspansi secara mendadak sejalan dengan pemulihan tekanan sebagai akibat pembesaran penampang. Fenomena vena contracta tidak dapat diamati secara langsung dalam pengujian ini, akan tetapi tekanan rendah akibat pengecilan penampang tersebut dapat dilihat dari jarak pengukuran setelah melewati orifis. Jarak pengukuran dilakukan pada jarak 0.5D, 1D, dan 2D seperti terlihat pada Gambar 6.



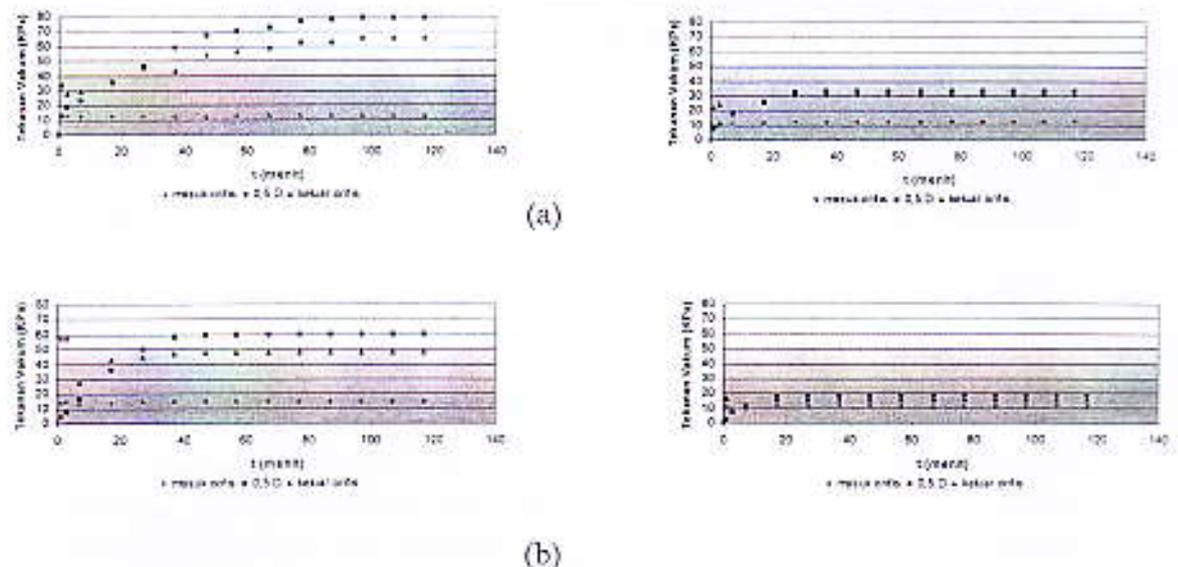
Gambar 6. Perubahan tekanan terhadap posisi tap yang diukur setelah melewati orifis

Secara umum dapat dijelaskan bahwa semakin dekat posisi tap penyadapan dengan posisi orifis tekanan vakum yang terukur semakin besar. Hal tersebut jelas terlihat pada masing-masing diameter orifis.

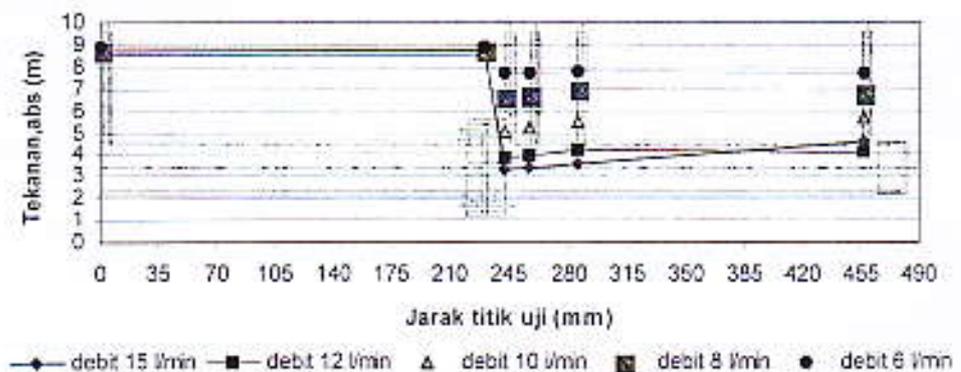
Di dalam pengujian ini di pakai tiga buah orifis dengan diameter 6, 8, dan 10 mm, dengan pipa berukuran 25,4 mm. Akan tetapi tidak seluruh debit aliran yang dapat di alirkan untuk seluruh orifis yang digunakan. Untuk diameter yang besar hampir seluruh debit di dalam pengujian dapat di lakukan, tetapi untuk diameter yang kecil orifis tidak mampu mengalir air lebih besar karena penampang laluanannya sangat kecil. Untuk mendapatkan perbandingan antara ketiga orifis ini akan dibandingkan antara orifis 6 mm dengan 8 mm untuk debit 8 lt/min, serta orifis berdiameter 8 mm dengan 10 mm untuk debit 12 lt/min, seperti terlihat pada Gambar 7.

Dari perbandingan dua pasang grafik (a) dan (b) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa makin kecil diameter orifis maka makin besar tekanan vakum yang terjadi di belakang orifis. Cuma sayangnya pompa semakin tidak stabil dalam bekerja pada orifis yang lebih kecil. Seperti yang diketahui pada umumnya bagian sisi isap pompa mempunyai keterbatasan, tekanan vakum yang dibolehkan oleh rata-rata pabrik pompa dalam pengoperasiannya hanya dapat menghasilkan tekanan vakum maksimum pada tekanan vakum $9 \text{ m}_{\text{H}_2\text{O}}$ atau 0.9 dari tekanan atmosfer. Pada kondisi tersebut air tidak dapat mengalir, yang dihasilkan adalah tekanan vakum maksimum pada sisi isap pompa. Dan hal tersebut tergantung pula kepada tekanan uap air yang terjadi pada temperatur

kamar. Makin tinggi tekanan vakum di belakang pompa maka makin kecil pula debit air yang dapat dialirkan. Hal tersebut tidaklah diinginkan, di mana dalam pengoperasian pompa diusahakan tekanan vakum dibelakang pompa harus sekecil mungkin sehingga makin besar debit yang dapat dialirkan.



Gambar 7. Perbandingan diameter orifis dengan diameter 6 mm dan 8 mm (a), serta 8 mm dan 12 mm terhadap mampu vakum pada debit 8 dan 12 l/min.



Gambar 8. Garis derajat hidraulik terukur pada orifis dengan diameter 8 mm.

Penambahan orifis dibelakang pompa, sebagai peralatan tambahan dengan sendirinya dapat dipakai untuk memanfaatkan tekanan vakum pada sisi isap pompa. Dengan pemakaian orifis, sistem peralatan ini mampu memperoleh tekanan vakum jauh di bawah tekanan NPSH dari pompa terpasang itu sendiri. Sehingga pengoperasian sebuah pompa tidak akan terpengaruh banyak, jika NPSH terpasang setengah dari NPSH yang tersedia dari pompa. Pada kondisi ini orifis dapat memperoleh tekanan vakum jauh dibawah tekanan vakum yang dihasilkan pompa sebagai NPSH terpasangnya.

Pada Gambar 8 dapat dilihat beberapa Garis Derajat Energi air yang terukur di sepanjang orifis, yaitu sebelum masuk 8D, setelah melewati orifis, dan setelah 8D saluran di ujung orifis. Misalkan pada debit 15 lt/min tekanan air sebelum memasuki orifis berada pada 1.22 m di bawah tekanan atmosfer, dan turun sampai 6.83 m di bawah atmosfer, akan tetapi setelah 8D tekanan tersebut kembali pulih sekitar 1.44 m, atau 5.39 m. Sedangkan tekanan sebesar 0.211 hilang sebagai disipasi energi akibat rugi-rugi aliran pada saat melewati orifis.

4. Kesimpulan

Dari hasil studi yang dilakukan terhadap tiga buah diameter lubang orifis dapat disimpulkan bahwa:

- o Sistem ini dapat menghasilkan tekanan vakum, jauh di bawah tekanan vakum pada sisi isap pompa yang digunakan.
- o Tekanan vakum makin besar diperoleh sesuai dengan bertambahnya debit aliran yang melewati sebuah orifis. Dan semakin kecil diameter orifis yang digunakan pada debit yang sama tekanan vakum yang terjadi semakin besar. Tekanan vakum maksimum yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebesar 79,584 kPa pada diameter orifis 6 mm, dan laju volume 8 l/min, posisi penempatan tap 0,5 D
- o Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mencari tekanan vakum yang optimum sehingga kerja pompa dalam mengalirkan air tidak terganggu.

Ucapan Terima Kasih

Dengan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian UNAND yang telah membiayai penelitian ini dengan No. kontrak 050/J16/Dik/IV-2004 dari dana DIK dan DIKS Unand 2004 sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

Daftar Pustaka

1. Ardi, Yusra, Perancangan, Pembuatan dan Pengujian Pompa Vakum Tipe Orifis, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin Unand, 2003.
2. Alamsyah, Robertus, Studi Terhadap Pompa Vakum Tipe Venturi, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin, Unand, 2003.
3. Blevins, Robert D, Applied Fluid Dynamics Handbooks, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1984.
4. Guthrie, Andrew, Vacuum Technology, John Wiley and Sons Inc. New York, 1963.
5. Robert L, and Joseph B. Fluid Mechanics With Engineering Application, 7th.
6. Hendri, Optimisasi Kemampuan Vakum Pipa Venturi Pada Sisi Isap Pompa, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin Unand, 2003.
7. White, Frank M. Fluid Mechanics, 3rd, Mc Graw-Hill Book Company,