

**Rancang Bangun Pompa Vakum Hemat Energi**  
*Design of Energy Saving Vacuum Pumps*

**Rafael mado, Fransiskus Sapar, Jufra Daud Johannes Abanat**  
**Politeknik Negeri Kupang Jl. Adisucipto PO Box 139 Penfui Kupang**  
**Email : [pnk\\_mandiri@yahoo.co.id](mailto:pnk_mandiri@yahoo.co.id)**

**Abstrak**

Air merupakan kebutuhan mutlak bagi kelangsungan kehidupan, karena tanpa air tidak akan ada kehidupan di dunia ini. Khusus daerah-daerah yang berdekatan dengan sumber air atau lokasinya berada di bawah mata air, kebutuhan air tidak terlalu menjadi masalah. Sesuai dengan hukum fisika, air dengan sendirinya akan mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah, namun kenyataannya hampir setiap rumah tangga memiliki sumur sebagai sumber air. Proses pengambilan air dari dalam sumur ada yang menggunakan pompa air listrik dan ada juga yang menimba langsung dari dalam sumur sehingga cukup menguras tenaga.

Permasalahannya adalah karena listrik sering padam, sehingga pompa air tidak bisa dioperasikan dan kalau harus menimba langsung dengan kebutuhan yang banyak seperti untuk menyiram tanaman sayur mayur dan lain-lain tentu banyak menguras tenaga. Apalagi di daerah terpencil yang belum terjangkau listrik, tentu tidak bisa menggunakan pompa air listrik. Kalau terpaksa harus menggunakan pompa air penggerak motor bakar, permasalahannya adalah kesulitan memperoleh bahan bakar karena daya beli masyarakat juga masih rendah.

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membuat pompa vakum hemat energi yang dapat diterapkan di masyarakat.

Metode yang digunakan adalah metode tindakan, yang diawali dengan perancangan pompa, pembuatan dan uji coba. Diharapkan dengan adanya pompa vakum hemat energi ini, permasalahan energi dan kebutuhan air bersih dapat teratasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Pompa vakum hasil rancangan yang dibuat tidak berhasil menaikkan air dari sumur, baik volume reservoir 200 liter, 300 liter maupun 400 liter. Perlu dilakukan kajian lebih jauh lagi mengenai kevakuman yang terjadi di dalam reservoir, konstruksi reservoir, diameter pipa hisap dan pipa keluar dan konstruksi pipa hisap dan pipa keluar

**Kata Kunci : Air bersih, Hemat energi, Pompa vakum, Listrik**

**Design of Energy Saving Vacuum Pumps**

**Rafael Mado, Fransiskus Sapar, Jufra Daud Johannes Abanat**  
**Politeknik Negeri Kupang Jl. Adisucipto PO Box 139 Penfui Kupang**  
**Email: [pnk\\_mandiri@yahoo.co.id](mailto:pnk_mandiri@yahoo.co.id)**

**Abstract**

Water is an absolute necessity for the survival of life, because without water there will be no life in this world. Specific areas adjacent to the water source or its location are under the spring, the water requirement is not too problematic. In accordance with the laws of physics, the water will naturally flow from a high place to a lower place, but in fact almost every household has wells as a water source. The process of taking water from the well was using an electric water pump and there is also a direct draw from the well so it's pretty exhausting. The problem is due to frequent power outages, so that the water pumps cannot be operated and if you have to draw directly with the many needs such as for watering vegetables and others certainly much exertion. Especially in remote areas not reached by electricity, it certainly cannot use an electric water pump. If forced to use a motor water pump, the problem is the difficulty of getting fuel because the purchasing power of people is also still low. The purpose of this study was to design and make energy-saving vacuum pumps that can be applied in society. The method used is the method of action, which begins with the design of pumps, manufacture and testing. Hopefully, by the energy-saving vacuum pump, energy issues and the need for clean water can be resolved. The results showed that the designed vacuum pump did not succeed in raising the water from the well, either the reservoir volume of 200 liters, 300 liters or 400 liters. Necessary to study further about the vacuum that occurred in the reservoir, reservoir construction, the suction pipe diameter and pipe out and construction of the suction pipe and pipe out.

**Keywords: Clean water, Energy saving, Vacuum pump, Electricity**

**Pendahuluan**

Air merupakan kebutuhan mutlak bagi kelangsungan kehidupan, karena tanpa air tidak akan ada kehidupan di dunia ini. Khusus daerah-daerah yang berdekatan dengan sumber air atau lokasinya berada di bawah mata air, kebutuhan air tidak terlalu menjadi masalah. Sesuai dengan hukum fisika, air dengan sendirinya akan mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih

rendah, namun kenyataannya hampir setiap rumah tangga memiliki sumur sebagai sumber air. Proses pengambilan air dari dalam sumur ada yang menggunakan pompa air listrik dan ada juga yang menimba langsung dari dalam sumur sehingga cukup menguras tenaga.

Permasalahannya adalah karena listrik sering padam, sehingga pompa air tidak bisa dioperasikan dan kalau harus menimba langsung dengan kebutuhan yang banyak seperti untuk menyiram

tanaman sayur mayur dan lain-lain tentu banyak menguras tenaga. Apalagi di daerah terpencil yang belum terjangkau listrik, tentu tidak bisa menggunakan pompa air listrik. Kalau terpaksa harus menggunakan pompa air penggerak motor bakar, permasalahannya adalah kesulitan memperoleh bahan bakar karena daya beli masyarakat juga masih rendah.

Untuk mengatasi masalah inilah timbul pemikiran untuk merancang dan membuat sebuah pompa air yang hemat energi dengan judul : **“Rancang Bangun Pompa Vakum Hemat Energi”**

### Tinjauan Pustaka

#### Prinsip kerja pompa vakum

Pompa vakum adalah sebuah alat untuk mengeluarkan molekul-molekul gas dari dalam sebuah ruangan tertutup untuk mencapai tekanan vakum. Pompa vakum menjadi salah satu komponen penting di beberapa industri besar seperti pabrik lampu, *vacuum coating* pada kaca, pabrik komponen-komponen elektronik, pemurnian oli, bahkan hingga alat-alat kesehatan seperti *radiotherapy*, *radiosurgery*, dan *radiopharmacy*.

Berdasarkan prinsip kerjanya, pompa vakum diklasifikasikan menjadi 3 yaitu:

- *Positive Displacement* : menggunakan cara mekanis untuk mengekspansi sebuah volume secara terus-menerus, mengalirkan gas melalui pompa tersebut, *sealing* ruang volume sistem, dan membuang gas ke atmosfer.
- Pompa *Momentum Transfer* : menggunakan sistem jet fluida kecepatan tinggi, atau menggunakan sudu putar kecepatan tinggi untuk

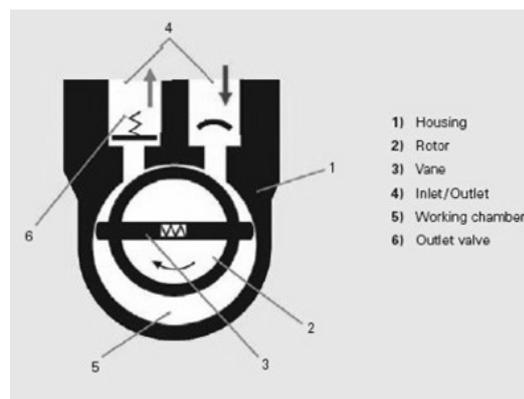
menghisap gas dari sebuah ruang tertutup.

- Pompa *Entrapment* : menggunakan suatu zat padat atau zat adsorber tertentu untuk mengikat gas di dalam ruangan tertutup.

#### Pompa Vakum *Positive Displacement*

Prinsip dari pompa ini adalah dengan jalan mengekspansi volume ruang oleh pompa sehingga terjadi penurunan tekanan vakum parsial. Sistem *sealing* mencegah gas masuk ke dalam ruang tersebut. Selanjutnya pompa melakukan gerakan buang, dan kembali mengekspansi ruang tersebut. Jika dilakukan secara siklis dan berkali-kali, maka vakum akan terbentuk di ruangan tersebut.

Salah satu aplikasi pompa ini yang paling sederhana adalah pada pompa air manual. Untuk mengangkat air dari dalam tanah, dibentuk ruang vakum pada sisi keluaran air, sehingga air dapat “terhisap” naik ke atas, seperti pada Gambar 1



Gbr.1 Rotary Vacuum Pump

Berikut adalah pompa vakum yang termasuk ke dalam tipe *positive displacement*:

- *Rotary vane pump*, yang paling banyak digunakan
- Pompa diafragma
- Liquid ring pump
- Piston pump
- Scroll pump
- Screw pump
- Wankel pump
- External vane pump
- Roots blower
- Multistage Roots pump
- Toepler pump
- Lobe pump

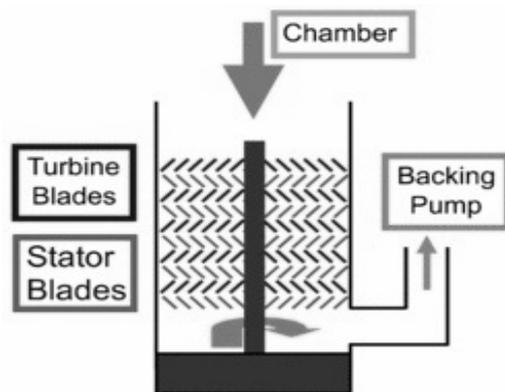
**Momentum Transfer Pump**

Pompa vakum dengan metode ini dapat menghasilkan tekanan vakum yang sangat tinggi. Metodenya adalah dengan jalan mengakselerasi molekul gas dari sisi tekanan rendah ke tekanan tinggi.

Sesuai dengan hukum dinamika fluida, molekul fluida yang berada pada tekanan atmosfer akan saling mendorong dengan molekul fluida tetangganya dan menciptakan aliran fluida. Namun pada saat jarak antara molekul fluida sangat jauh, maka molekul tersebut lebih cenderung berinteraksi dengan dinding ruangnya daripada dengan molekul sesamanya. Fenomena inilah yang menjadi dasar penggunaan pompa vakum *momentum transfer*. Yang mana semakin vakum tekanan di dalam ruang, akan semakin tinggi efisiensi pompa ini.

Dikarenakan secara desain konstruksi pompa ini tidak menggunakan sistem *seal* antara ruang vakum-pompa-ruang luar, maka sangat dimungkinkan

akan terjadi *stall* padanya. Untuk itu pada penggunaannya diperlukan ruangan selanjutnya yang bertekanan lebih rendah dari atmosfer dan terpasang di sisi keluaran pompa vakum ini, seperti terlihat pada Gbr. 2



**Gbr.2 Turbomolecular Vacuum Pump**

**Entrapment Vacuum Pump**

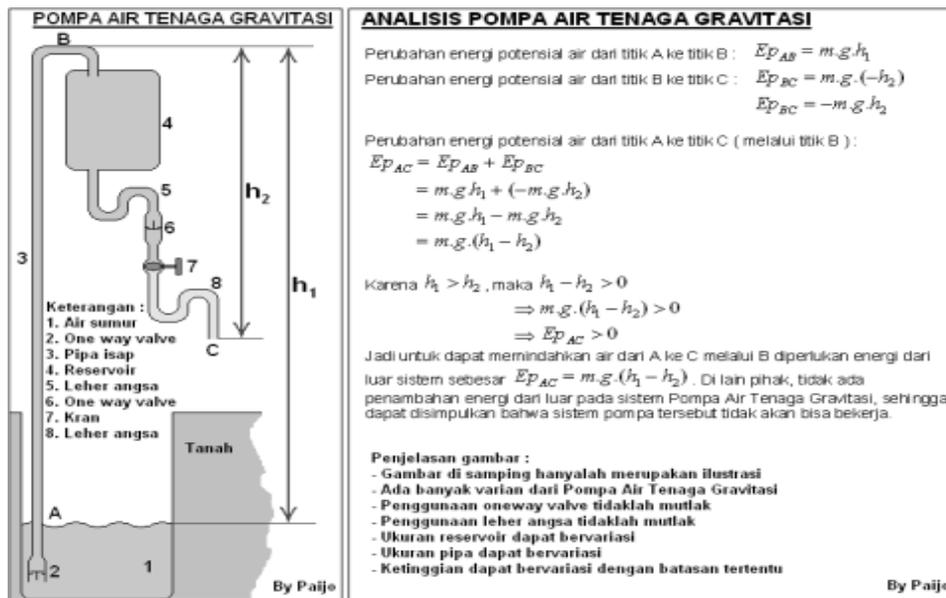
Pompa jenis ini menggunakan metode-metode kimia ataupun fisik untuk mengikat fluida (gas) dengan tujuan menghasilkan tekanan vakum. Ada berbagai macam jenis pompa vakum *entrapment*, yaitu :

- *Cryopump*: adalah pompa vakum dengan jalan mengikat uap air atau gas di suatu ruangan menggunakan sebuah permukaan yang dingin.
- Pompa kimia: yang mengikat gas untuk bereaksi dan membentuk padatan.
- Pompa ionisasi: mengionisasi gas dengan menggunakan potensial bertegangan tinggi, sehingga gas tersebut terakselerasi menuju elektrode pengumpul.

**Pompa air tenaga gravitasi**

Fluida akan berpindah dari tempat yang bertekanan lebih tinggi ke tempat

yang bertekanan lebih rendah. Analisa pompa air tenaga gravitasi menurut Paijo, dapat dilihat pada Gbr. 3 Analisa Pompa Air Tenaga Gravitasi.



**Gbr. 3 Analisa Pompa Air Tenaga Gravitasi**

Hasil analisis menunjukkan bahwa pompa air dengan tenaga gravitasi seperti gambar diatas, tidak dapat bekerja atau tidak mampu memindahkan air dari titik A ke titik C

**Pengembangan Teknologi Pompa Air Tenaga Gravitasi**

Berdasarkan hasil analisis pompa air tenaga gravitasi dengan konstruksi sistim seperti gambar di atas, juga berdasarkan saran dan masukan dari berbagai pihak, maka kami mencoba memberikan argumen atau solusi sebagai berikut :

- Merancang dan membuat reservoir yang lebih besar sehingga berat

dan tekanan air pada reservoir lebih besar dibandingkan dengan berat dan tekanan air pada pipa hisap. Menurut Victor L. Streeter dalam buku Mekanika Fluida Jilid 1, menyatakan bahwa Massa *M* suatu benda tidak berubah dengan lokasinya, tetapi berat *W* suatu benda ditentukan oleh hasil kali massa dan percepatan gravitasi setempat *g* :

$$W = mg$$

Demikian pula, sebuah permukaan datar (rata) dalam posisi horisontal dalam fluida yang tidak bergerak mengalami tekanan yang konstan. Besar gaya yang beraksi terhadap satu sisi permukaan itu adalah :

$$\int p dA = p \int dA = pA$$

Dengan demikian berat dan tekanan pada reservoir akan lebih besar dibandingkan dengan berat dan tekanan yang terjadi pada pipa hisap, sehingga pada saat keran pipa keluar dibuka fluida akan mengalir keluar dan menghasilkan kevakuman yang besar pula untuk menghisap air dari dalam sumur ke reservoir secara kontinyu selama keran pipa keluar terbuka.

- Pipa hisap ke reservoir tidak masuk dari atas reservoir tetapi dari samping kira-kira 1/3 volume reservoir dari atas, dengan tujuan untuk mengurangi jumlah belokan sehingga mengurangi rugi-rugi atau gesekan fluida pada dinding pipa, seperti Sularso dalam buku Pompa dan Kompresor, kerugian gesek dalam pipa :

$$h_f = \lambda \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

dimana :  $h_f$  : Head kerugian gesek dalam pipa (m)

$\lambda$  : Koefisien kerugian gesek

$g$  : Percepatan gravitasi (9,8 m/s<sup>2</sup>)

$L$  : Panjang pipa (m)

$D$  : Diameter dalam pipa (m)

- Pipa keluar tetap menggunakan bentuk leher angsa, untuk mencegah udara masuk ke dalam sistim.
- Perbandingan panjang pipa hisap dengan pipa keluar akan dibuat 1 : 8 dengan diameter pipa sama besar (Ø 1/2"). Untuk pipa keluar menggunakan selang yang dirol

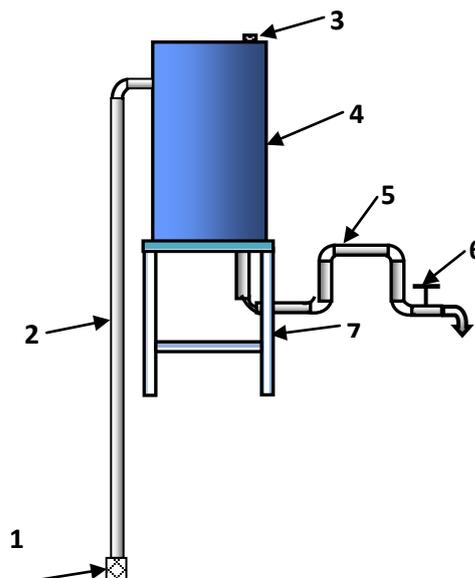
berbentuk spiral, sehingga bentuk leher angsa juga terpenuhi dan bentangan tidak terlalu panjang.

- Perbandingan volume pipa hisap dan pipa keluar dibuat 1 : 2, dimana diameter pipa keluar harus lebih besar atau lebih panjang, tergantung hasil perhitungan volume pipa hisap.

### Bahan dan Metode

### Perancangan Pompa Vakum

Pompa Vakum yang direncanakan seperti pada Gambar 4 berikut :



Gbr. 4 Rancangan Teknologi Pompa Vakum

Keterangan gambar :

1. Katup kaki
2. Pipa hisap
3. Penutup Reservoir
4. Reservoir
5. Pipa keluar
6. Keran
7. Rangka

### Pembuatan Pompa Vakum

Pompa Vakum yang akan dibuat dengan volume reservoir 200 liter, 300 liter dan 400 liter dikerjakan di Lab. Perawatan dan Perbaikan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Kupanbg, karena fasilitas cukup lengkap dan teknisi yang trampil.

### Bahan

- 5 buah drum minyak
- 1 batang pipa galvanis Ø 1/2 inchi lvanis
- 2 batang pipa paralon Ø 1 inchi
- 2 batang pipaparon Ø 1/2 inchi
- 40 m selang plasti Ø 1/2 inchi
- 2 batang siku ukuran 40 x 40 x 2 x 6000 mm
- 1 buah keran Ø 1/2 inchi
- 1 buah keran Ø 1 inchi
- 1 buah katup kaki Ø 1/2 inchi
- 3 buah sok lurus Ø 1/2 inchi
- 6 buah kni Ø 1/2 inchi
- 1 kaleng lem epoksi
- 2 dos elektroda las Ø 2,6 mm
- 5 liter Thiner A Special
- 3 liter cat
- 5 buah mata gergaji besi
- 5 buah batu gerinda tangan
- 2 buah batu gerinda potong

### Alat

- Mesin las
- Pahat besi
- Hamar
- Gergaji tangan
- Kompresor
- Kuas
- Botol cat
- Gerinda
- Meter rol

- Siku
- Kunci pipa

### Variabel Penelitian

- a. Variabel bebas adalah : hasil perancangan dan pembuatan pompa vakum dengan variasi volume reservoir sedangkan diameter pipa hisap dan pipa keluar tetap.
  - Volume reservoir (200 liter, 300 liter, 400 liter)
  - Diameter pipa hisap dan pipa keluar (Ø 1/2")
- b. Variabel terikat adalah :
  - Fungsi alat
  - Tinggi hisap
 Kapasitas air yang dipompa.

### Hasil dan Pembahasan

#### Proses pengambilan data

- a. Pengujian rerervoir dengan volume 200 liter (Gbr. 5)



**Gbr 5. Pengujian dengan reservoir volume 200 liter**

- Profiltank kapasitas 1200 liter ditempatkan pada bagian bawah tower (sebagai sumur).
- Reservoir kapasitas 200 liter dinaikan pada tower dengan ketinggian 2 m.
- Pemasangan pipa hisap dan katup kaki.
- Pemasangan pipa keluar dan keran.
- Selang plastik diameter ½"panjang 20 m disambungkan pada mulut keran dan dilingkarkan pada pipa keluar berbentuk spiral.
- Reservoir volume 200 liter diisi penuh dengan air kemudian reservoir ditutup dengan rapat.
- Keran dibuka dan diharapkan air bisa keluar dan terjadi kevakuman yang cukup untuk menaikkan air dari bawah (dari profil tank).
- Ternyata pada awalnya air keluar seperti biasa, tetapi selang beberapa saat air yang keluar mulai tersendat-sendat dan tidak dapat menaikkan air dari profiltank.
- Pengujian tidak bisa diteruskan ke tingkat yang lebih tinggi, karena pasti akan lebih sulit untuk menaikkan air dari profiltank.

b. Pengujian rerervoir dengan volume 300 liter (Gbr. 6)



**Gbr 6. Pengujian dengan reservoir volume 300 liter**

- Reservoir kapasitas 300 liter dinaikan pada tower dengan ketinggian 2 m.
- Pemasangan pipa hisap dan katup kaki.
- Pemasangan pipa keluar dan keran.
- Selang plastik diameter ½"panjang 20 m disambungkan pada mulut keran dan dilingkarkan pada pipa keluar berbentuk spiral.
- Reservoir volume 300 liter diisi penuh dengan air kemudian reservoir ditutup dengan rapat.
- Keran dibuka dan diharapkan air bisa keluar dan terjadi kevakuman yang cukup untuk menaikkan air dari bawah (dari profil tank).
- Ternyata pada awalnya air keluar seperti biasa, tetapi selang beberapa saat air yang keluar mulai tersendat-sendat dan tidak

dapat menaikkan air dari profiltank.

- Pengujian tidak bisa diteruskan ke tingkat yang lebih tinggi, karena pasti akan lebih sulit untuk menaikkan air dari profiltank.

c. Pengujian rerervoir dengan volume 400 liter (Gbr. 7)



**Gbr 7. Pengujian dengan reservoir volume 400 liter**

- Reservoir kapasitas 400 liter dinaikan pada tower dengan ketinggian 2 m.
- Pemasangan pipa hisap dan katup kaki.
- Pemasangan pipa keluar dan keran.
- Selang plastik diameter ½" panjang 20 m disambungkan pada mulut keran dan dilingkarkan pada pipa keluar berbentuk spiral.
- Reservoir volume 400 liter diisi penuh dengan air

kemudian reservoir ditutup dengan rapat.

- Keran dibuka dan diharapkan air bisa keluar dan terjadi kevakuman yang cukup untuk menaikkan air dari bawah (dari profil tank).
- Ternyata pada awalnya air keluar seperti biasa, tetapi selang beberapa saat air yang keluar mulai tersendat-sendat dan tidak dapat menaikkan air dari profiltank.
- Pengujian tidak bisa diteruskan ke tingkat yang lebih tinggi, karena pasti akan lebih sulit untuk menaikkan air dari profiltank (sumur).

#### Data hasil pengukuran

Pengujian yang direncanakan terhadap 3 variasi volume reservoir yaitu : 200 liter, 300 liter dan 400 liter dengan variasi ketinggian dari dasar sumur sampai pipa keluar adalah : 2 m, 2,5 m, 3 m, 3,5 m dan 4 m. Setiap variasi ketinggian akan diukur juga kapasitas air yang keluar. Diharapkan pada saat keran dibuka air akan keluar dan menghasilkan kevakuman yang besar yang mampu mengisap air dari dalam sumur dan keluar melalui pipa keluar. Ternyata setelah dilakukan pengujian, air tidak dapat naik walaupun pada ketinggian yang paling kecil. Dengan demikian data tentang kapasitas air yang keluar tidak bisa diambil.

**Analisa data dan pembahasan**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk merancang dan membuat pompa vakum yang hemat energi.
2. Untuk mengetahui fungsi hasil rancangan yang dibuat.
3. Untuk mengetahui pengaruh volume reservoir terhadap tinggi hisap dan debit air yang keluar.

Variabel yang direncanakan adalah sebagai berikut :

a. Variabel bebas adalah : hasil perancangan dan pembuatan pompa vakum dengan variasi volume reservoir sedangkan diameter pipa hisap dan pipa keluar tetap.

- Volume reservoir (200 liter, 300 liter, 400 liter)
- Diameter pipa hisap dan pipa keluar ( $\varnothing \frac{1}{2}$ " )

b. Variabel terikat adalah :

- Fungsi alat
- Tinggi hisap
- Kapasitas air yang dipompa

Hasil pengujian menunjukan bahwa pompa vakum hasil rancangan yang dibuat tidak mampu menaikan air dari dalam sumur, baik dengan volume reservoir 200 liter, 300 liter maupun 400 liter. Hal ini disebabkan kevakuman yang terjadi pada saat keran dibuka, tidak mampu melawan berat air dalam pipa hisap dan gaya gravitasi. Kevakuman yang terjadi hanya mampu menyedot udara luar melalui keran pengeluaran. Hal ini ditandai dengan keluarnya air tersendat-sendat bahkan terhenti sama sekali.

Agar pompa vakum yang dibuat dapat berhasil dengan baik (dapat menaikan air dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi), maka perlu dikaji lebih mendalam hal-hal sebagai berikut :

- Menambah kevakuman di dalam reservoir dengan memberikan daya tambahan dari luar.
- Reservoir dari drum disusun secara parallel.
- Diameter pipa pengeluaran dibuat dua kali lebih besar dan lebih panjang.
- Diameter pipa hisap dan pipa keluar dibuat sama besar tetapi posisinya landai dari reservoir ke sumur (lebih panjang) maupun dari reservoir ke bak penampung

**Simpulan**

Berdasarkan hasil pengujian, analisa data dan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan :

1. Pompa vakum hasil rancangan yang dibuat tidak berhasil menaikan air dari sumur.
2. Perlu dilakukan kajian lebih jauh lagi mengenai kevakuman yang terjadi di dalam reservoir, konstruksi reservoir, diameter pipa hisap dan pipa keluar dan konstruksi pipa hisap dan pipa keluar.

**Daftar Pustaka**

1. Achmad Zainun, 1999, Elemen Mesin-I, Bandung, Rafika Aditama

2. Warta Teknologi Tepat Guna, Tahun III No.32, Yayasan Dian Desa, Yogyakarta
3. Spot,MF, 1981, Design of Machine Elements, 5<sup>th</sup> Edition. Prentise Rail Of India, New Delhi
4. Soedoyo Peter, 2000, Fisika Dasar, Cetakan Ke dua, Andi, Yogyakarta
5. Stefanus, J.Hendrosujono, 1978, Mekanika Teknik II, PMS ITB, Bandung
6. Sularso, Haruo Tahara, 1983, Pompa dan Kompresor, Pradnya Paramita , Jakarta
- Victor L. Streeter, E. Benjamin Wylie, Arko Prijono, 1999, Penerbit Erlangga.