

TUGAS AKHIR
MODIFIKASI ALAT PERCOBAAN KAVITASI PADA
VENTURE DENGAN POMPA JENIS TURBIN UNTUK
FLUIDA AIR SISTEM TERBUKA



Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Diploma III
pada Program Diploma III Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro

Disusun oleh :
Sunartejo Budi Prayogo
NIM. L0E 005431

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
2008



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS DIPONEGORO
FAKULTAS TEKNIK**

TUGAS PROYEK AKHIR

No. / / PA / DIII TM / 2008

Dengan ini Tugas Proyek Akhir untuk Mahasiswa

Nama : Sunartejo Budi Prayogo

NIM : L0E 005431

Judul Proyek Akhir : Modifikasi Alat Percobaan Kavitasasi Pada Venture Dengan
Pompa Jenis Turbin Untuk Fluida Kerosin Sistem Terbuka.

Isi Tugas :

1. Desain ulang alat percobaan kavitasasi menggunakan tabung venture dengan fluida kerosin pada sistem terbuka.
2. Lakukan pengujian dengan pengambilan data sesuai tugas khusus masing-masing
3. Analisa dan lakukan perhitungan head, efisiensi pompa, dan efisiensi daya.

Demikian agar terselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak diberikan tugas, dan kewajiban konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang, Juni 2008
Dosen Pembimbing

Bambang Setyoko, ST
NIP. 132 205 674

Tembusan :

- Tembusan Proyek Akhir
- Dosen Pembimbing

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ MODIFIKASI ALAT PERCOBAAN KAVITASI PADA VENTURE DENGAN POMPA JENIS TURBIN UNTUK FLUIDA AIR SISTEM TERBUKA “ telah disahkan oleh Program Studi Diploma III teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.

Semarang, Juni 2008

Tim Penguji :

- 1.
- 2.
- 3.

Mengetahui,
Dosen pembimbing

Bambang Setyoko, ST

NIP. 132 205 674

Ketua Program Studi
Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro

Ir. Sutomo, M.Si

NIP. 131 698 935

ABSTRAK

“Kavitasi adalah timbunya gelembung – gelembung dalam aliran fluida akibat penurunan tekanan sehingga tekanan tersebut dibawah tekanan uap jenuhnya. Suara gaduh dan getaran yang disebabkan kavitasi tedengar saat pompa sedang beroperasi, jika operasi dilanjutkan mengakibatkan turunnya kerja suatu pompa. Akibat yang berlanjut ditimbulkan kaviatsi adalah rusaknya instalasi dan pompa tersebut.

Perancangan kembali alat uji kavitasi yang sudah dimodifikasi untuk membandingkan antara pemakain venture berbentuk tabung dengan berbentuk persegi panjang. Untuk menghasilkan data karakteristik dan sejauh mana pengaruh kavitasi pada venture tersebut. Sehingga dapat dianalisa sejauh mana pengaruh kavitasi terhadap head, debit, putaran dan faktor gesekan dengan berbagai macam variasi suhu serta menggunakan fluida air dan kerosin. Dengan menggunakan dua sistem instalasi terbuka dan tertutup diharapkan pengujian ini dapat mengetahui perbedaan saat kondisi vakum dan bertekanan sesuai lingkungan.

Dari hasil pengujian dan analisa data yang diperoleh dapat diketahui karakteristik dari pengaruh kavitasi pada air sistem terbuka dengan head total 4,438 m, debit maksimal 19 L/ min pada suhu 20°C dan debit terendah 15 pada suhu 60°C, sedangkan putaran maksimal 2088 pada suhu 20°C. Dari hasil percobaan dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa karakteristik kavitasi yang terjadi pada suhu yang berbeda-beda”

”Cavitation is the water hammer emergence in the fluid flow because of the decrease, so the pressure is below its saturated vapor pressure. Cavitation causes noise and vibration which heard in a pump operation. If me keep operation the pump, cavitation will cause the decline of the pump work and in the next level, it will damage the instalation and the pump it self.

The rearrangement of the experiment tool have been modified in order to compare between the use of cylindrical venture and cubic venture. The experiment is aimed to get the characteristic data and how far the cavitation influence to ward the head, flow rate, rotation and friction coefisient with varios temperature and it also rules water fluid and kerosine. By using two instalation system, opened and closed, hopefully this experiment could reveal the difference, both in the vacuum in the atmosphere pressure condition.

From the result of the expriment and the data analysis, it could be known the characteristic of the cavitation influence with total head 4,438 m, maximum flow rate 19 in 20oC of temperature and minimum flow rate in 15 m in 60 oC of temperature, mean while the maximum temperature. From the result of experiment conclusion could be drawn that characteristic of cavitation happened in the different temperature.”

MOTO DAN PERSEMBAHAN

MOTO

- ☞ ” Sekali melangkah pantang menyerah, sekali tampil harus berhasil ”
- ☞ ” Berdoa, berusaha, bersabar, ikhlas, dan bersyukur adalah jalan keselamatan ”
(Penulis)
- ☞ ” Datang bersama – sama adalah suatu permulaan, tetap bersama – sama adalah suatu kemajuan, bekerja bersama – sama adalah suatu kesuksesan ”
(Aristoteles)
- ☞ ” Nilai dari seseorang ini ditentukan dari kebenarannya dalam memikul tanggung jawab, mencintai hidup dan pekerjaannya ”
(Khalil Gibran)
- ☞ ” Waktu tidak dapat kembali, jadi manfaatkan waktu itu dengan sebaik – baiknya sebelum menyesalinya ”
(Penulis)

PERSEMBAHAN

Laporan ini dipersembahkan kepada :

1. Segenap keluarga besar Universitas Diponegoro.
2. Orang tua dan seluruh anggota keluarga penulis.
3. Rekan – rekan mahasiswa PSD III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
4. Semua orang yang mencintai ilmu pengetahuan.
5. Semua pihak yang telah memberikan pembelajaran.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar tanpa ada halangan yang berarti. Laporan ini penulis susun sebagai syarat untuk menyelesaikan studi di Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Terselesaikannya penulisan laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, kritik, dan saran serta dorongan dari berbagai pihak baik bantuan secara moril maupun materiil. Penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung terlibat dalam penyelesaian tugas akhir ini. Ucapan terima kasih penulis tujukan kepada ;

1. Bapak Ir.H.Syeh Qomar M.T. selaku Ketua Program Diploma Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
2. Bapak Ir.Sutomo M.Si selaku Ketua Jurusan PSD III Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
3. Bapak Bambang Setyoko. ST, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir dan Dosen Wali yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, petunjuk dengan sabar dan bijaksana.
4. Bapak dan Ibu tersayang, atas doa dan bantuan yang tak terhingga baik dari segi moral maupun material.
5. Teman-teman satu angkatan PSD III Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
6. Teman-teman kos dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penulisan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman penulis miliki. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan guna penyusunan laporan selanjutnya.

Akhirnya penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri khususnya maupun bagi pembaca pada umumnya..

Semarang , Juni 2008

Penulis

DAFTAR ISI

JUDUL	
SURAT TUGAS	
HALAMAN PENGESAHAN	
ABSTRAK	
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISI	
DAFTAR TABEL	
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR GRAFIK	
DAFTAR LAMPIRAN	
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	
1.2 Maksud dan Tujuan	
1.3 Perumusan Masalah	
1.4 Pembatasan Masalah	
1.5 Metodologi	
1.6 Sistematika Penulisan Laporan	
1.7	
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Dasar Teori Pompa.....	
2.2 Kerugian Head Pada Instalasi	
2.3 Penentuan Daya dan Efisiensi.....	

BAB III	PEMBUATAN ALAT	
3.1	Lay Out Sistem Pengujian	
3.2	Alat Pengukuran Yang Dipakai	
3.3	Pemilihan Alat	
3.4	Pembuatan Alat	
BAB IV	PENGUJIAN DAN PENGAMBILAN DATA	
4.1	Sistem Terbuka	
4.2	Sistem Tertutup	
4.3	Data Hasil Pengujian	
BAB V	PERHITUNGAN	
5.1	Layout Sistem Instalasi Pengujian	
5.2	Analisa Perhitungan	
5.3	Grafik Hasil Perhitungan Head Pada Air Sistem Terbuka.....	
5.4	Perhitungan Efisiensi Pompa	
5.5	Grafik Hasil Perhitungan Efisiensi Pompa Pada Air Sistem Terbuka	
5.6	Perhitungan Venture.....	
BAB VI	PENUTUP.....	
6.1	Kesimpulan	
6.2	Saran	
DAFTAR PUSTAKA	xv
LAMPIRAN-LAMPIRAN	xvi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG MASALAH

Pompa adalah mesin konversi energi yang dipakai untuk memindahkan fluida inkompresibel dari suatu tempat ke tempat lain dengan jalan memberikan energi fluida tersebut untuk mengatasi tahanan-tahanan yang ada.

Pompa yang dipergunakan sebelumnya harus diketahui karakteristik pada kondisi kerja yang berbeda, dengan demikian dapat ditentukan batas-batas kondisi kerja dimana pompa tersebut bisa mencapai efisiensi maksimum. Hal ini perlu dilakukan karena pada kenyataannya sangat sulit memastikan performansi pompa pada kondisi kerja yang sebenarnya.

Permasalahan yang sering terjadi pada suatu instalasi pompa adalah timbulnya kavitasi, yaitu timbulnya gelembung-gelembung dalam aliran fluida akibat penurunan tekanan sehingga tekanan tersebut dibawah tekanan uapnya. Hal ini dapat terjadi karena tekanan statik fluida setempat menjadi lebih rendah dari tekanan uap cairan (pada suhu sebenarnya). Kemungkinan penyebabnya adalah jika fluida semakin cepat dalam kran pengendali atau disekitar impeler pompa.

Bila pompa beroperasi pada tingkat yang berlebihan, tekanan hisap yang rendah akan dihasilkan pada sisi masuk pompa. Hal ini akan menyebabkan tekanan berkurang hingga kevakuman terjadi dan cairan berubah menjadi uap bila tekanan pada pipa lebih rendah daripada tekanan uap cairan. Aliran cairan kedalam pompa akan berhenti. Ini dikenal sebagai titik putus (breaking point) karena batas kapasitas pada tekanan sisi masuk ini telah dicapai. Pompa sedang mendekati kondisi operasi yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan.

Bila tekanan pada sisi masuk telah hampir mencapai titik penguapan, kantong uap akan membentuk gelembung pada sisi bawah baling impeler, dekat dengan dasarnya. Apabila gelembung bergerak dari daerah bertekanan rendah pada

sisi masuk ke daerah tinggi-tekan yang dekat ujung baling gelembung ini akan hilang sedemikian cepatnya sehingga cairan menumbuk baling-baling dengan gaya yang sangat besar, sering cukup besar untuk mencukil sebagian kecil impeler. Kerusakan ini umumnya disebut dengan bopeng (pitting) dan suara yang kedengaran diluar pompa selama kavitasi disebabkan oleh pecahnya gelembung uap tersebut.

Kavitasi itu sendiri tidak menyebabkan kerusakan. Walau demikian, bila kecepatan berkurang dan tekanan bertambah, uap akan menguap dan jatuh. Hal ini memiliki tiga pengaruh yang tidak dikehendaki:

1. Erosi permukaan baling-baling, terutama jika memompa cairan berbasis air.
2. Meningkatnya kebisingan dan getaran, mengakibatkan umur sil dan *bearing* menjadi lebih pendek.
3. Menyumbat sebagian lintasan impeler, yang menurunkan kinerja pompa dan dalam kasus yang ekstrim dapat menyebabkan kehilangan *head* total.

1.2. MAKSUD DAN TUJUAN

Tujuan dari pembuatan alat pengujian kavitasi merupakan bagian dari penelitian dan pengembangan / modifikasi peralatan alat pengujian di laboratorium pengujian mesin Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Dengan adanya modifikasi alat ini diharapkan Mahasiswa lebih mudah memahami karakteristik pompa pada kondisi kavitasi.

Tujuan dari pembuatan alat ini adalah :

1. Mengetahui tekanan, debit dan suhu terjadinya kavitasi.
2. Membandingkan hasil percobaan antara venture dengan penampang bentuk tabung dengan venture dengan penampang bentuk persegi, tentunya percobaan dilakukan dengan zat cair yang sama dengan zat cair sebelumnya.

3. Dengan pipa pvc transparan dapat diketahui secara visual proses / sistem yang terjadi dalam alat uji tersebut. Dimana terjadinya kavitasi akan terlihat secara jelas.
4. Pengaplikasian materi mata kuliah pompa dan kompresor.
5. Menyediakan alat uji kavitasi untuk pengembangan laboratorium.

1.3. PERUMUSAN MASALAH

Kami mengambil judul ini dengan harapan dapat mengetahui perbedaan alat uji kavitasi yang sudah dimodifikasi dengan alat uji sebelumnya. Tentunya membandingkan antara pemakaian venturi berbentuk tabung dengan pemakaian venturi sebelumnya yang berbentuk persegi panjang. Hal yang dibandingkan khususnya adalah mengenai sisi tekanan, suhu dan debit air pada sistem alat pengujian tersebut, dimana pada tekanan, suhu dan debit akan terjadi atau timbul kavitasi. Perbandingan ini tentunya dengan menggunakan bahan yang sama dengan percobaan sebelumnya, yaitu menggunakan air dan kerosin.

Alat pengujian ini menggunakan sistem tertutup. Untuk pengujiannya dilakukan dengan kondisi tabung reservoir divakumkan dan fluida cair dipanaskan. Untuk dapat menghasilkan karakteristik pompa, instalasi pengujian harus dapat memberikan variasi kondisi kerja pada pompa yang diuji. Variasi kondisi kerja dapat dilakukan dengan mengatur head dan debit yang dibangkitkan pompa. Dengan cara ini akan diketahui karakteristik pompa untuk setiap kondisi kerja.

Data-data yang diperlukan untuk menentukan karakteristik pompa dapat diperoleh dengan beberapa pengukuran, sehingga diperoleh parameter-parameter sebagai berikut :

1. Head.
2. Debit.
3. Putaran pompa.

4. Suhu.
5. Tekanan.

Dengan mengetahui jumlah putaran, daya, debit, dan head tertentu dari tiap-tiap pengukuran pada kondisi kerja yang berbeda, maka akan diketahui terjadinya Kavitasi.

1.4. PEMBATAKAN MASALAH

Untuk dapat menghasilkan alat pengujian kavitasi yang diinginkan, maka instalasi pengujian harus dapat memberikan variasi kondisi kerja. Oleh karena itu, dalam pembuatan alat pengujian berpegang pada pembatasan masalah berikut :

1. Pompa yang dipilih adalah pompa sentrifugal jenis turbin.
2. Variasi kondisi kerja pada pengujian ini menggunakan variasi debit dan suhu air.
3. Pengamatan dilakukan sebelum masuk dan di dalam venture untuk mengetahui besarnya tekanan yang ditimbulkan.
4. Analisa perhitungan dilakukan pada venture, bagian pompa, dan sistem pemipaan.

1.5. METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan alat ini adalah :

1. Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan langkah yang dilakukan setelah menentukan pokok permasalahan. Metode ini bertujuan untuk memperoleh teori-teori dasar dan prosedur perancangan yang berkaitan dengan materi yang ditulis.

2. Survei Lapangan

Survei lapangan dilakukan untuk memperoleh data-data yang diperlukan dalam pembuatan alat uji. Data-data ini bisa berupa data tentang pompa, venturi, dan material-material dari setiap komponen.

3. Pembuatan Alat Pengujian

Pada langkah ini dilakukan penyusunan komponen untuk pembuatan instalasi pengujian yang telah direncanakan sebelumnya.

1.6. SISTEMATIKA PENULISAN LAPORAN

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, maksud dan tujuan, perumusan masalah, pembatasan masalah, metodologi dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Berisi tentang dasar teori pompa, dasar perhitungan pada alat yang didesain

BAB III PEMBUATAN ALAT

Berisi tentang peralatan dan bahan yang digunakan, serta proses pembuatan alat.

BAB IV PENGUJIAN DAN PENGAMBILAN DATA

Berisi tentang cara pengujian alat dan pengambilan data setelah alat selesai dibuat.

BAB V PERHITUNGAN

Berisi tentang lay out instalasi alat dan analisa perhitungan dan serta perhitungan efisiensi alat.

BAB VI PENUTUP

Berisi kesimpulan dan saran.

BAB VI PENUTUP



6.1. KESIMPULAN

Dari perhitungan dan analisa data dari alat uji kavitasi dari fluida air sistem terbuka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Batas maksimum penggunaan dan instalasi pengujian ini pada kondisi mulai terjadi kavitasi adalah sebagai berikut :
 - Tekanan maksimum sebesar $0,31 \text{ kg/cm}^2$ pada tekanan dinamik pada ventur saat suhu sebesar 20°C , 30°C , 40°C

- Tekanan terendah sebesar -36 kg/cm^2 pada tekanan statis didalam venture saat Suhu sebesar 20°C
 - Dengan putaran tertinggi sebesar 2088 rpm pada suhu 20°C dan putaran terendah sebesar 1911 rpm pada suhu 60°C .
- b. Pada suhu 20°C kecepatan aliran mencapai $1,119 \text{ m/s}^2$ dan suhu 60°C kecepatan aliran mengalami penurunan sampai $0,882 \text{ m/s}$. Penurunan ini dikarenakan semakin suhu meningkat berakibat pada turunnya debit yang mengalir pada fluida yang berakibat.
 - c. Pada suhu 20°C head total mencapai $4,438 \text{ m}$ dan suhu 60°C head total mengalami penurunan sampai $2,730 \text{ m}$ penurunnya cukup drastis. Penurunan ini dikarenakan semakin suhu meningkat berakibat pada turunnya kerapatan fluida yang mengalir karena mengalami penguapan yang berakibat kavitasi dan semakin kecil head total pompa
 - d. Pada suhu 20°C efesiensi pompa mencapai $10,427 \%$ dan suhu 60°C efesiensi pompa mengalami penurunan sampai $6,497 \%$. Penurunan ini dikarenakan semakin suhu meningkat berakibat semakin cepat terjadi kavitasi dan sebanding dengan daya hidro dan daya poros yang semakin menurun yang berakibat turunnya efesiensi pompa yang bekerja sesuai dengan akibat yang ditimbulkan dari kavitasi.
 - e. Pada suhu 20°C kerugian gesekan pada venture mencapai $-0,53$ dan suhu 60°C kerugian gesekan pada venture mengalami kenaikan sampai $-0,406$. Kenaikan ini dikarenakan semakin suhu meningkat berakibat semakin cepat terjadi kavitasi dan berbanding terbalik dengan tekanan dinamis didalam dan diluar venturi yang semakin menurun, kerugian gesekan venture yang bernilai negative (-) ini penurunan tekanan didalam venture akibat dari penyempitan luasan.
 - f. Kondisi kavitasi terjadi ditandai dengan munculnya gelembung gelembung dalam aliran fluida dapat dilihat didalam venture dikarenakan warnanya yang transparan.

- g. Kavitasi terjadi bila penurunan tekanan sampai dibawah tekanan uap jenuhnya dalam suatu aliran fluida yang mengalami penyempitan karena sebagian head tekanan diubah menjadi head kecepatan.
- h. Semakin tinggi temperature dari suatu fluida maka akan mudah terjadi kavitasi ini dikarenakan tekanan uap cairan lebih rendah sehingga kerapatan dari fluida akan mengalami penurunan yang mempermudah fluida untuk menguap.

6.2. SARAN

Dari perhitungan dan analisa data dari alat uji kavitasi dari fluida kerosin sistem tertutup dapat diberikan saran - saran sebagai berikut :

- a. Untuk mendapatkan hasil pengujian yang lebih baik maka harus diperhatikan hal – hal sebagai berikut :
 - Pengujian yang dilakukan menggunakan alat uji kavitasi ini harus sesuai prosedur langkah – langkah pengujian yang benar.
 - Pengambilan data dari pengujian alat uji kavitasi ini harus dengan pengamatan yang seteliti mungkin.
- b. Untuk mendapatkan hasil yang pengujian yang lebih baik perlu adanya tambahan alat ukur pressure gauge di tabung vakum pada sistem aliran tertutup dan thermometer pada aliran keluar venturi.
- c. Data dan analisa alat uji kavitasi ini semoga dapat menjadi acuan dalam perencanaan instalasi pompa untuk menghindari terjadinya kavitasi dengan memperhatikan hal – hal sebagai berikut :
 - Diusahakan agar tidak ada suatu bagian instalasi pompa dari aliran fluida yang mempunyai tekanan yang lebih rendah dari tekanan uap jenuh fluida pada temperature yang tinggi.
 - Ketinggian letak pompa terhadap permukaan fluida yang dihisap harus dibuat serendah mungkin agar head isap statis lebih rendah.

- Panjang pipa instalasi harus dibuat sependek mungkin dan pemilihan kekasaran pipa untuk mengefisienkan kerugian gesek.
 - Tidak dibenarkan untuk memperkecil kapasitas aliran dengan menghambat aliran fluida dalam instalasi karena akan menjadi drag dan mempengaruhi kapasitas pompa.
- d. Dalam pembuatan venturi harus secermat mungkin karena bias mempengaruhi tekanan dan faktor gesekan yang terjadi dalam percobaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Antoni S, dkk. 2007. *Alat Percobaan Kavitas Menggunakan Pompa Jenis Turbin*. Semarang : Undip.
- Austin H, Church. 1990. *Pompa dan Blower Sentrifugal*. Jakarta : Erlangga
- Bureau of Energy Efficiency, Ministry of Power, India. 2004. *Pumps and Pumping Systems*. In: Energy Efficiency in Electrical Utilities, chapter 6.
- Cengel, Yunus A. 2002. *Property Tables Booklet for use with thermodynamics an engineering approach*. Boston : McGraw-Hill
- Edward, Hicks. 1996. *Teknologi Pemakaian Pompa*. Jakarta : Erlangga
- Fluide Design Inc. www.fluidedesign.com
- Pedoman Efisiensi Energi. www.energyefficiencyasia.org
- Tahara Haruo, Sularso. 1994. *Pompa dan Kompresor, Pemilihan, Pemakaian, dan Pemeliharaan*. Jakarta : Pradnya Paramita
- The Engineering Toolbox. www.engineeringtoolbox.com