

# KALIMANTAN s c i e n t i a e

MAJALAH ILMIAH UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

ISSN 0216-2601

Nomor. 74 Th. XXVII Vol. Oktober 2009

Model Arma Pada Trend Kunjungan Orang Indonesia Ke Australia  
**Dewi Anggraini**

Penggunaan Galvashield Sebagai Proteksi Terhadap Korosi Pada Baja Tulangan Dalam Struktur Beton Di Lingkungan Masam  
**Abdul Ghofur**

Pengaruh Etnis China Pada Rumah Tradisional Banjar Type Palimasan  
**Kurnia Widiastuti, Anna Oktaviana**

Permasalahan Perumahan Tradisional Tropis Di Marabahan, Kabupaten Barito Kuala  
**Akbar Rahman**

Analisis Terjadinya Kavitasi Pada Katup Ball Dan Gate Berdasarkan Mastiadi Tamjidillah  
**Mastiadi Tamjidillah**

LEMBAGA PENELITIAN  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT



## KALIMANTAN s c i e n t i a e

MAJALAH ILMIAH UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

Diterbitkan oleh :

**Lembaga Penelitian Universitas Lambung Mangkurat**  
Jalan Brigjen H. Hasan Basry Telp. (0511) 305240  
Banjarmasin - 70123 Kalimantan Selatan

Terbit setiap bulan : April dan Oktober

Penasehat	: Rektor Universitas Lambung Mangkurat
Penanggung Jawab	: Ketua Lembaga Penelitian UNLAM
Pemimpin Redaksi	: Dr. Ir. H. Yudi Firmanul Arifin, M.Sc
Sekretaris Redaksi	: A. Yunani, SE, M.Si
Dewan Redaksi	: Prof. Ir. H. Yusuf Ahmad, MS Dr. Ir. H. Rusdi, HA, M.Sc Drs. Krisdianto, M.Sc, Ph.D Drs. Sutarto Hadi, M.Si, Ph.D Ir. Rusliansyah, M.Sc Dra. Ninis Hadi Hariyanti, MS Ir. Suhaili Asmawi, MS
Manajer Pelaksana & Distribusi	: Drs. H. M. Syachriar Dra. Sa'adaturreahmi Yenny Miratriana Hesty, SP Burhanuddin, SH Mahdiani

Kalimantan Scientiae (ISSN 0216-2601) merupakan majalah ilmiah Universitas Lambung Mangkurat sebagai media untuk mempublikasikan hasil penelitian dibidang ilmu-ilmu hayat, sains dan teknologi serta sosial humaniora.

## KATA PENGANTAR

Kalimantan Scientiae adalah jurnal ilmiah yang diterbitkan oleh Lembaga Penelitian Universitas Lambung Mangkurat. Jurnal diterbitkan pada setiap bulan April dan Oktober yang dibagi dalam tiga seri yaitu : seri ilmu-ilmu hayati, seri sosial dan humaniora serta seri sains dan teknologi.

Seri Sains dan Teknologi edisi 74 Tahun XXVII Vol. Oktober 2009 menyajikan beberapa topik yang berkenaan dengan Model Arma Pada Trend Kunjungan Orang Indonesia Ke Australia, Penggunaan Galvashield Sebagai Proteksi Terhadap Korosi Pada Baja Tulangan Dalam Struktur Beton Di Lingkungan Masam, Pengaruh Etnis China Pada Rumah Tradisional Banjar Type Palimasan, Permasalahan Perumahan Tradisional Tropis Di Marabahan, Kabupaten Barito Kuala, Analisis Terjadinya Kavitasi Pada Katup Ball Dan Gate Berdasarkan Tingkat Kebisingan Dan Spektrum Getaran

Akhirnya saran dan kritik untuk kemajuan jurnal ilmiah ini kami harapkan disamping masukan naskah yang mengikuti format yang sudah ditentukan. Semoga tulisan yang disajikan ada manfaatnya bagi pembaca,

Redaksi

## DAFTAR ISI

	Halaman
1. Model Arma Pada Trend Kunjungan Orang Indonesia Ke Australia Dewi Anggraini.....	57
2. Penggunaan Galvashield Sebagai Proteksi Terhadap Korosi Pada Baja Tulangan Dalam Struktur Beton Di Lingkungan Masam Abdul Ghofur.....	69
3. Pengaruh Etnis China Pada Rumah Tradisional Banjar Type Palimasan Kurnia Widiastuti, Anna Oktaviana .....	79
4. Permasalahan Perumahan Tradisional Tropis, Kabupaten Barito Kuala Di Marabahan Akbar Rahman .....	95
5. Analisis Terjadinya Kavitasi Pada Katup Ball Dan Gate Berdasarkan Tingkat Kebisingan Dan Spektrum Getaran Mastiadi Tamjidillah.....	109

## ANALISIS TERJADINYA KAVITASI PADA KATUP BALL DAN GATE BERDASARKAN TINGKAT KEBISINGAN DAN SPEKTRUM GETARAN

Oleh : Mastiadi Tamjidillah  
Staf Pengajar Fakultas Teknik Unlam

### ABSTRACT

Cavitation is phenomena of phase transfer from liquid to vapor on moving fluid; this phase transfer can be cause by dropping local pressure or increasing local temperature. Local drop pressure is caused by increasing flow rate on sudden contraction. Cavitation usually happens on valve, elbow and turbo machinery such as pump and turbine. Cavitation indication is bubbles vapor present, noise and vibration on pipe.

This experiment has been done to observe of cavitation on ball and gate valve with 3/4 in diameters and transparent pipe at downstream side to observe cavitation process. This test will be varied of valve opening 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70° and inlet mass flow rate. The cavitation identification is based of vibration spectrum, noise level and visual. Vibration was measured by accelerometer and noise with microphone, both visualized by vibration analyzer. Cavitation was visualized by digital camera.

Experiment result shows that cavitation happen on 20° and 30° valve opening, for 40° and 50° valve opening only in incipient cavitation and the other of valve opening 60° and 70° there were no cavitation. By increasing flow rate will also followed by the intensity of cavitation that can be shown by forming of white cover which spread near ball and gate valve discharge and the smallest cavitation number reached to 0.04259. Cavitation intensity are followed by increasing vibration and noise level, it's shown at frequency 10600 Hz. The limitation of cavitation for vibration is 0.002 G and noise level is 0.0006 Pa.

**Key words:** cavitation, ball and gate valve, pump, vibration, noise, frequency



## PENDAHULUAN

Proses kavitasi sering terjadi di mesin fluida seperti turbin air, pompa, pipa baik adanya penyempitan penampang maupun belokan berupa elbow. Hal ini sangat penting diketahui dalam sistem perpipaan karena dengan perubahan penurunan tekanan akan menyebabkan perubahan fase dari cair menjadi uap. Perubahan fase ini ditandai dengan terjadinya gelembung-gelembung udara yang nantinya pecah akibat tekanan sekelilingnya. Pecahnya gelembung ini akan menyebabkan abrasi pada dinding pipa, hal inilah yang dinamakan kavitasi. Selain ditandai dengan adanya gelembung udara proses kavitasi ini juga ditandai dengan suara dan getaran disekitar dinding yang terjadi pecahnya gelembung tadi.

Kavitasi merupakan fenomena hidrodinamik, dimana proses terbentuknya fase uap dari suatu cairan ketika cairan tersebut mengalami penurunan tekanan hingga mencapai tekanan dibawah tekanan uap cairan tersebut. Secara visual dapat diketahui bahwa awal proses terjadinya kavitasi yaitu adanya gelembung-gelembung uap yang berkembang lalu ikut berpindah sesuai aliran fluida dan pada akhirnya pecah karena tekanan cairan disekitarnya. Uap tersebut akan mengalami kondensasi yang mengakibatkan terjadinya tekanan yang sangat tinggi. Tekanan yang diakibatkan oleh kavitasi ini menimbulkan terjadinya abrasi, getaran (vibrasi), dan suara bising.

Penelitian mengenai kavitasi telah banyak dilakukan pada mesin-mesin fluida seperti pompa, turbin dan lain-lain. Penelitian mengenai kavitasi pada katup sangat sedikit dibahas. Contohnya seperti yang telah dilakukan oleh CSU (*Colorado State University*) yang menggunakan butterfly valve dengan menvariasikan bukaan katup dari  $10^\circ$  sampai  $90^\circ$ .

Takahashi dan Matsuda (2001) menggunakan butterfly valve sebagai pengganggu terhadap orifice dimana data yang diambil berupa getaran dari pipa akibat terjadi kavitasi. Pengambilan getaran dihitung dari jarak butterfly valve dari 1D dan 3D. Fenomena sebelumnya diketahui bahwa getaran yang terjadi pada katup paling besar bila angka kavitasi semakin kecil. Getaran yang terbesar terjadi di downstream sepanjang 1D dibandingkan dengan pengambilan pada 3D. Pada tiap bukaan katup tren yang terjadi adalah sama. Ini membuktikan bahwa dengan terjadinya kavitasi maka getaran akan semakin besar.

Koivula (2000) dengan bantuan *high speed pressure transducer* mendapatkan hasil awal terjadinya kavitasi pada orifice pada frekuensi 6 kHz. Pendeteksian lain didapatkan waveform yang dapat mengetahui hubungan antara perubahan tekanan dan percepatan bila aliran yang

melalui orifice ditambah. Perubahan aliran akan menyebabkan fluktuasi antara percepatan dan tekanan mempunyai karakteristik yang sama.

Kimura (1995) menggunakan butterfly valve dengan membandingkan disk yang berbeda tipe, antara *round hub*, *squre hub* dan *split hub*. Percobaan ini dilakukan dengan variasi tiap bukaan dari 20° sampai dengan bukaan 90°. Selain itu getaran noise yang diakibatkan oleh adanya kavitasi juga digrafikkan untuk bukaan 50°. Besarnya amplitudo getaran diambil pada frekuensi 6,3 kHz dan amplitudo untuk noise pada frekuensi 2,5 kHz. Hasilnya didapatkan bahwa untuk ketiga tipe *disk valve* mempunyai koefisien penurunan tekanan yang sama pada bukaan antara 50° sampai bukaan 90°, sedangkan pada bukaan dibawah itu yang mempunyai koefisien penurunan tekanan paling besar pada tipe *square hub*.

Rahmeyer (1982) meneliti noise yang disebabkan kavitasi dengan menggunakan butterfly valve berdiameter 6 in dan limit dari kebisingan akibat kavitasi adalah 85 dBA. Informasi yang didapatkan adalah tahapan terjadinya kavitasi dari incipient, critical, incipient damage dan choking.

Yves Lecoffre dan Antoine Archer (1998) melakukan penelitian tentang erosi kavitasi pada orifice, katup dan elbow. yang diukur adalah densitas, kecepatan, ukuran dan pengujian kekerasan (hardness).

Gultom D (2001) telah meneliti tentang pengaruh tekanan dan temperatur terhadap kavitasi. Penelitian tersebut menggambarkan adanya pengaruh tekanan dan temperatur. Penelitian lainnya tentang terjadinya kavitasi pada katup butterfly berdasarkan tingkat kebisingan dan spektrum getaran dengan memvariasikan bukaan katup dari 30° sampai dengan 80° dengan diameter pipa 2 in dilakukan oleh (Triawan S Kadek, 2004).

Yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana penerapannya pada katup ball dan gate pada ukuran pipa 3/4 in dengan variasi bukaan katup 20° sampai dengan 70°, debit dan kecepatan. Fluida yang digunakan adalah air dengan menggunakan pompa sentrifugal sebagai penggeraknya. Sedangkan pengamatan kebisingan dilakukan secara visual.

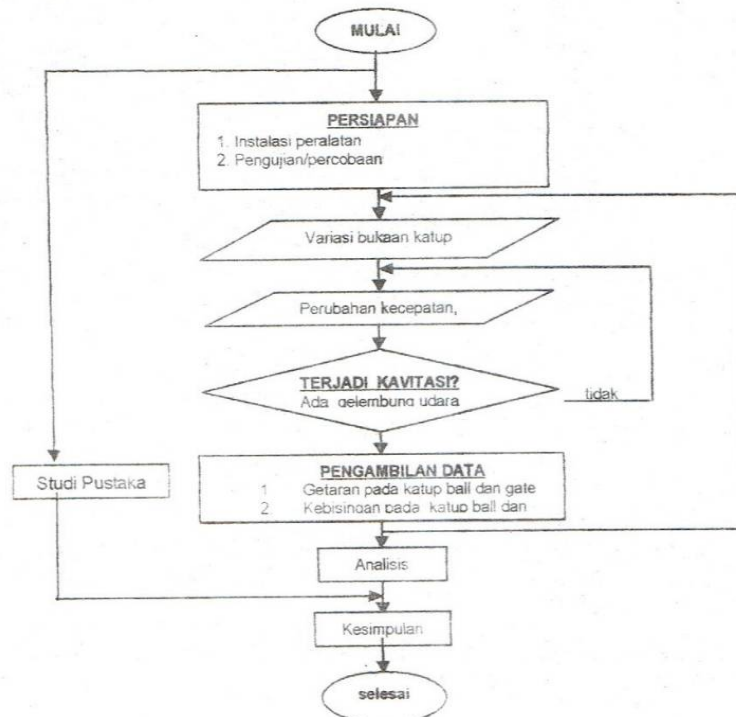
#### METODE PENELITIAN

Penelitian ini berlangsung selama satu tahun. Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mesin Fluida Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Unlam. Penelitian yang dilaksanakan dua tahap, tiap tahap memiliki kegiatan yang berbeda. Tahap pertama akan dilakukan identifikasi peralatan sampai instalasi dan instrumentasinya terpasang. Tahap kedua adalah pelaksanaan pengujian dan pelaporan.

Adapun spesifikasi bahan dan peralatan yang digunakan dalam instalasi adalah

1. Cavitation phenomena experiment equipment
2. Pompa sentrifugal
3. Motor penggerak pompa sentrifugal
4. Ball dan Gate Valve
5. Pipa transparan

Instalasi yang digunakan adalah menggunakan pompa sentrifugal yang digunakan untuk mengalirkan aliran ke alat uji dan dibantu dengan dua buah reservoir yang digunakan untuk menampung air. Diagram Alir dibawah ini mengilustrasikan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam proses penelitian, mulai dari mempersiapkan peralatan sampai dengan pengambilan data, hasil dan penarikan kesimpulan.



Gambar 1. Diagram alir penelitian



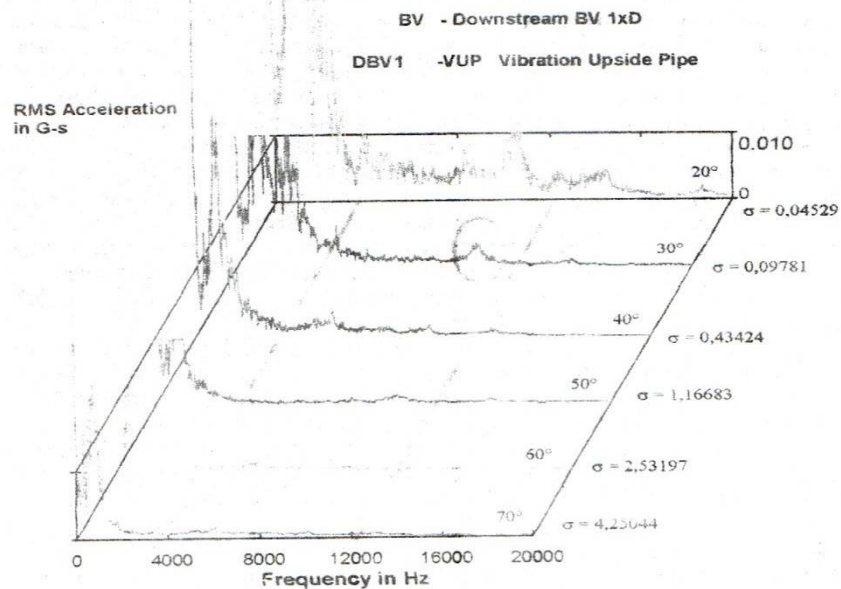
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data awal yang didapatkan pada peralatan meliputi pompa, motor, belt, dan putaran poros. Putaran pompa yang terukur adalah 1486 rpm dan dianggap sama untuk tiap pengambilan data, sedangkan untuk putaran motor adalah 1420 rpm. Tiap peralatan dapat dibedakan dari masing-masing frekuensi yang dimiliki. Perhitungan yang lain untuk mengetahui kavitasi bila ditinjau dari angka thoma maupun bilangan Reynoldnya.

Gambar spektrum dan waveform untuk getaran dan tingkat kebisingan (noise) untuk bukaan katup pada ball dan gate valve yaitu 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70° dan. Masing-masing bukaan diambil 4 posisi arah downstream katup yaitu 1D, 2D, 3D dan 4D, sedangkan untuk arah radial diambil empat posisi yaitu atas, bawah, kiri dan kanan dari pipa transparan. (1D sama dengan x 5 cm). Data tekanan, temperatur dan kecepatan aliran yang kemudian ditabelkan berdasarkan posisi pengambilan data getaran dan kebisingan.

Ada beberapa frekuensi lain yang juga berpengaruh akibat dari putaran poros seperti inbalance, misalignment, looseness. Dari referensi dapat diketahui untuk masing-masing ketidaknormalan tersebut dapat secara umum diketahui dari putaran porosnya. Loosenes terjadi atau tidak dapat diketahui bila 2Xrpm atau 3Xrpmnya mempunyai amplitudo lebih besar dari 1Xrpm nya. Misalignment terjadi bila amplitudo harmoniknya lebih besar dari 2Xrpm, sedangkan untuk inbalancenya sendiri akan terjadi pada frekuensi 1xrpm.

Kavitasi diketahui dengan cara pengambilan spektrum untuk tiap posisi perubahan debit aliran. Terlebih dahulu adalah mengetahui frekuensi yang disebabkan oleh peralatan pembantu seperti frekuensi pompa, poros, bearing, sehingga frekuensi ini dapat diharapkan bahwa frekuensi akibat kavitasi dapat diketahui. Pada perhitungan frekuensi poros pada 24,77 Hz dengan frekuensi harmoniknya 10 kali, jadi frekuensi poros sampai 247,7 Hz. *Blade pass frequency* merupakan frekuensi yang disebabkan oleh adanya sudu pompa yang berputar, dengan perhitungan sebelumnya didapatkan 148,6 Hz dengan harmoniknya sampai enam kalinya. Frekuensi yang dihasilkan oleh belt pada putaran 1486 rpm adalah 10,91 Hz



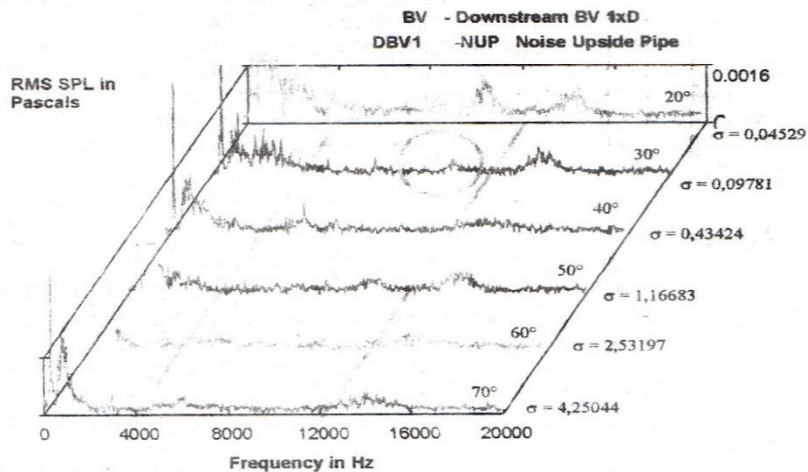
Gambar 2. Spektrum getaran untuk tiap bukaan katup ball dan gate

Pada Gambar 2. spektrum getaran pada frekuensi 4000 Hz sampai dengan frekuensi 12000 Hz merupakan daerah yang dicurigai penyebab terjadinya kavitasi. Pada spektrum tersebut tiap tiap bukaan katup ball dan gate pada kondisi debit pompa konstan. Posisi bukaan 20° merupakan posisi pada katup dengan bukaan terkecil sedangkan posisi bukaan penuh pada 70°.

Pada frekuensi dibawah 4000 Hz merupakan frekuensi yang dipengaruhi oleh element lingkungan seperti frekuensi bearing pompa, frekuensi belt pompa, dan frekuensi akibat sudu pompa, ataupun akibat dari aliran yang turbulen, sedangkan pada frekuensi diatas 12000 Hz tiap bukaan tidak ada kenaikan atau perubahan amplitudo.



Perubahan bukaan katup ball dan gate yang semakin mengecil terlihat amplitudo getaran yang meningkat pada daerah 10000 Hz sampai dengan 11000 Hz dengan amplitudo terbesar pada frekuensi 10600 Hz dengan amplitudo RMS *Acceleration* dalam G, sehingga untuk pembahasan selanjutnya kita akan mengambil frekuensi ini.



Gambar 3. Spektrum noise tiap bukaan katup ball dan gate

Pada Gambar 3. spektrum noise untuk tiap bukaan katup ball dan gate terlihat juga pada range frekuensi antara 10000Hz sampai dengan frekuensi 11000 Hz dengan amplitudo terbesar pada frekuensi 10600 Hz. Pembahasan untuk noise diambil pada frekuensi 10600 Hz dan amplitudonya RMS *Sound Pressure* dalam Pascal. Dalam hal ini yang berbeda pada rentang frekuensi 12000 Hz sampai dengan 14000 Hz yang terus muncul meskipun terjadi perubahan bukaan katup ataupun perubahan debit aliran. Ada kemungkinan yang menyebabkan hal ini terjadi

yang bisa disebabkan oleh adanya kebisingan yang disebabkan oleh belt yang mengalami slip pada pulley.

Kebisingan (noise) pada tiap bukaan posisi sensor mempunyai karakteristik berbeda-beda. Hal ini disebabkan oleh sumber bunyi yang berbeda-beda. Selain itu karena begitu sensitifnya microphone maka semua sumber bunyi dapat terekam, dari suara akibat kavitasi sampai dengan suara belt. Pengambilan frekuensi pada 10600 Hz adalah frekuensi kavitasi telah terjadi, sedangkan perbedaan antar posisi sensor yang mengindikasikan bahwa kavitasi yang terjadi tidak hanya pada satu posisi saja tetapi terdistribusi dari posisi 1D sampai dengan 4D.

Disini sensor noise (microphone) yang begitu sensitif dapat merekam semua pecahnya gelembung udara akibat kavitasi, dengan semakin dekat terhadap sumber bunyi maka amplitudo yang dibangkitkan akan direspon oleh microphone dan terekam dalam spektrum. Semakin besarnya sumber bunyi maka akan semakin besar amplitudo yang didapatkan.

### KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari eksperimen variasi perubahan bukaan katup ball dan gate terhadap kavitasi adalah sebagai berikut;

1. Dalam eksperimen ini kavitasi yang dapat terjadi pada bukaan 20° dan 30° sedangkan untuk bukaan 40°, 50° dan 60° masih dalam tahap awal terjadinya kavitasi. Sedangkan bukaan 70° tidak terjadi kavitasi.
2. Perubahan debit yang naik akan menambah intensitas terjadinya kavitasi.
3. Terjadinya kavitasi secara visual terlihat adanya selubung kabut putih yang terus bertambah dengan seiring peningkatan debit aliran.
4. Kavitasi terbentuk pada frekuensi 10600Hz baik untuk spektrum getaran dan spektrum noise.
5. Amplitudo batasan untuk terjadinya kavitasi pada signal getaran pada 0,002 G-s sedangkan untuk signal kebisingan (noise) pada 0,0006 Pa.
6. Intensitas terjadinya kavitasi paling besar berada pada posisi dekat dengan katup yaitu antara 1D sampai dengan 4D, jadi dengan semakin jauh dari katup maka kavitasi yang terjadi semakin kecil.

Fenomena kavitasi merupakan fenomena hidrodinamik yang menarik untuk diteliti. Ada beberapa tambahan untuk penelitian lanjutan untuk mendapatkan keakuratan terjadinya kavitasi seperti penggunaan pompa sebagai supply aliran yang mempunyai debit lebih besar akan terlihat

terjadinya kavitasi pada tiap bukaan dan memvariasikan penggunaan jenis pompa, berbagai macam katup dan diameter pipa.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bajic, Branko, 2002, "*Method for Vibro-Acoustic Diagnostics of Turbine Cavitation*", Luxembourg.
- Fox dan McDonald, 1994, "*Introduction to Fluid Mechanics*", Fourth Edition, John Wiley and Sons.
- Gultom D, 2001, "*Study Eksperimen Pengaruh Tekanan dan Temperatur pada Kavitasi*", Teknik Mesin ITS.
- Hammit, FG, 1980 "*Cavitation and Multiphase Flow Phenomena*," McGraw Hill, 1980.
- Kimura, Takeyoshi, 1995, "*Hydrodynamic characteristics of Butterfly valve- Prediction of Pressure loss characteristics* ", Kobe University, Faculty of Engineering, Rokko, Nada, Kobe, Japan.
- Koivula, Timo, 2000, "*On Cavitation in Fluid Power*", Tampere University of Technology, Institute of Hydraulics and Automation, Finland.
- Mitchell, John S, 1993, "*Machinery Analysis and Monitoring* ", Second Edition, PennWell Books.
- Rahmeyer, William J, 1982, "*Cavitation Noise from Butterfly valve*", Colorado State University, Fort Collins, USA.
- Skousen, Philip L, 1998 "*Valve Handbook*".
- Triawan S Kadek, 2004, "*Study Eksperimental Identifikasi Kavitasi pada Butterfly Valve Berdasar pada Spektrum Getaran dan Tingkat Kebisingan* ", Teknik Mesin ITS.



Takahashi, Matsuda dan Miyamoto, 2001, "*Cavitation Characteristic of Restriction Orifices*", Chitose Institute of Science and Technology, Hokkaido, Japan.

Wowk, Victor, 1991, "*Machinery Vibration : Measurement and Analysis*", McGraw Hill.