

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENAMBAHAN
SPLITTER PADA SISI HISAP *IMPELLER* POMPA TERHADAP
UNJUK KERJA POMPA SENTRIFUGAL**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik



Oleh:

ANDI KRISTIANTO

NIM. I0413008

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2017



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SEBELAS MARET - FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

Jl Ir Sutarni No. 36A Kentingan Surakarta Telp. 0271 632163 web: mesin.ft.uns.ac.id

**SURAT TUGAS PEMBIMBING DAN PENGUJI TUGAS AKHIR
PROGRAM SARJANA TEKNIK MESIN UNS**

Program Studi : **S1 Teknik Mesin**

Nomor : **0813/TA/S1/03/2017**

Nama : **ANDI KRISTIANTO**
 NIM : **10413008**
 Bidang : **Konversi Energi**
 Pembimbing 1 : **Dr. BUDI SANTOSO, ST, MT/197011052000031001**
 Pembimbing 2 : **D. DANARDONO, ST, MT, PhD/196905141999031001**
 Penguji : **1. AGUNG TRI WIJAYANTA, M.Eng., Ph.D./**
197108311997021001
2. Dr. BUDI KRISTIAWAN, ST., MT./ 197104251999031001
 Mata Kuliah Pendukung
1. POMPA DAN KOMPRESOR(MS06103-15)
2. TEKNIK REFRIGERASI(MS06023-15)
3. TURBIN(MS04043-15)

Judul Tugas Akhir

**"STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENAMBAHAN
SPLITTER PADA SISI HISAP IMPELLER POMPA
TERHADAP UNJUK KERJA POMPA SENTRIFUGAL"**



Surakarta, 2017-03-31 10:47:08
Kepala Program Studi S1 Teknik Mesin,
u.d.

DR.ENG. SYAMSUL HADI, ST,MT
NIP. 197106151998021002

Tembusan :

1. Mahasiswa ybs.
2. Dosen Pembimbing TA ybs.
3. Koordinator TA.
4. Arsip.

PERNYATAAN INTEGRITAS PENULIS

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Jika terdapat hal-hal yang tidak sesuai dengan ini, maka saya bersedia dikenai sanksi dengan peraturan yang berlaku.

Surakarta, 29 November 2017

Andi Kristianto



**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENAMBAHAN SPLITTER PADA
SISI HISAP IMPELLER POMPA TERHADAP UNJUK KERJA POMPA
SENTRIFUGAL**


Disusun Oleh

ANDI KRISTIANTO
NIM : 10413008

Dosen Pembimbing 1

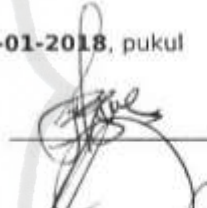

Dr. BUDI SANTOSO, ST, MT
NIP. 197011052000031001

Dosen Pembimbing 2

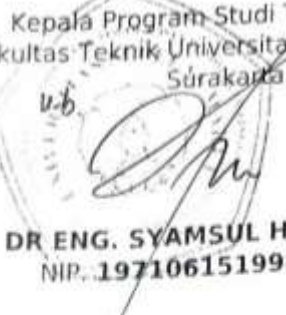

D. DANARDONO, ST, MT, PhD
NIP. 196905141999031001

Telah dipertahankan di depan Tim Dosen Penguji pada tanggal **11-01-2018**, pukul **10:00:00**, bertempat di **M.101, Gd.1 FT-UNS**.

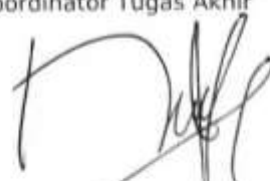
1. AGUNG TRI WIJAYANTA, M.Eng., Ph.D.
197108311997021001
2. Dr. BUDI KRISTIAWAN, ST., MT.
197104251999031001
- 3.



Kepala Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret
Surakarta


DR. ENG. SYAMSUL HADI, ST, MT
NIP. 197106151998021002

Koordinator Tugas Akhir


DR. NURUL MUHAYAT, ST, MT
NIP. 197003231998021001

HALAMAN PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT atas segala nikmat cahaya ilmu pengetahuan kemudahan serta petunjuk yang diberikan sehingga terselesaikan tugas akhir ini. Dengan segala kerendahan hati seraya mengucapkan syukur dan terima kasih, saya persembahkan tulisan ini kepada:

1. Allah SWT, pemilik segala keagungan, kemuliaan, kekuatan, dan kesempurnaan. Segala puji hanya bagi-Mu ya Allah, pemilik alam semesta, tempat bergantung segala sesuatu, tempat memohon pertolongan.
2. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan doa restu, dan dukungannya.
3. Dosen pembimbing, Bapak Dr. Budi Santoso, S. T., M. T. dan Bapak D. Danardono Dwi Prija, S. T., M.T., Ph.D. yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan tugas akhir yang menjadi lebih baik.
4. Seluruh Dosen dan Asisten Laboratorium Program Studi Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret yang telah memberikan ilmunya dan menuntun saya menjadi sarjana.
5. Universitas Sebelas Maret yang menjadi tempat penulis mendapatkan banyak ilmu pengetahuan dan pengalaman yang berharga.
6. Negara Indonesia ku tercinta agar selalu menjadi Negara yang dinamis dan harmonis untuk kehidupan di dunia ini.

MOTTO

“Barang siapa menghendaki kehidupan dunia dan perhiasannya, pasti Kami berikan (balasan) penuh atas pekerjaan mereka di dunia (dengan sempurna) dan mereka di dunia tidak akan dirugikan. Itulah orang-orang yang tidak memperoleh (sesuatu) di akhirat kecuali neraka, dan sia-sialah di sana apa yang telah mereka usahakan (di dunia) dan terhapuslah apa yang telah mereka kerjakan.” Q.S. Al-Hud: 15-16

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan” Q.S. Al-Insyirah:5

“Sebaik-baik manusia adalah yang bermanfaat bagi orang lain.” Nabi Muhammad SAW.

“Dunia ini tidak dapat berkembang karena ia memang telah sempurna, hanya kehidupan di dalam dunia saja yang dapat berkembang. Dunia ini memiliki akhir, sebagaimana kehidupan dalam dunia ini juga memiliki akhirnya. ‘Pembangunan’ kehidupan di dunia sebenarnya adalah pembangunan yang membawa keberhasilan di akhirat, karena pembangunan tidak ada artinya jika tidak disesuaikan dengan tujuan akhir.” Al-Attas, Islam dan Sekularisme

Studi Eksperimental Pengaruh Penambahan *Splitter* Pada Sisi Hisap *Impeller* Pompa Terhadap Unjuk Kerja Pompa Sentrifugal

Andi Kristianto

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Surakarta, Indonesia

Email: andi.mechanic@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *splitter* pada sisi hisap *impeller* terhadap unjuk kerja pompa sentrifugal. Pompa yang digunakan bermerk Grundfos NS Basic 13-18 berjenis pompa dengan *impeller* tunggal. Pengujian dilakukan dengan kecepatan putar 2800 rpm. *Impeller* yang digunakan berjenis *semi-opened* dengan tiga sudu dan memiliki variasi tanpa *splitter*, penambahan *splitter* dengan panjang 0,25L; 0,375L; dan 0,5L; dimana L adalah panjang sudu *impeller*. Parameter hasil perhitungan dari penelitian ini adalah nilai *head* dan efisiensi pompa. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan *splitter* akan meningkatkan nilai *head* dan efisiensi pompa. Semakin panjang *splitter* pada sisi hisap *impeller*, maka nilai *head* dan efisiensi juga semakin meningkat. Penambahan *splitter* pada sisi hisap *impeller* dengan panjang 0,5L sudu asli meningkatkan *head* paling besar dibanding dengan *splitter* dengan panjang 0,375L dan 0,25 sudu asli.

Kata kunci: *splitter*, *impeller*, *head*, efisiensi, pompa sentrifugal.

Experimental Study of the Effect in Splitter Blades Addition on the Suction Side of Impeller Pump toward the Performance of Centrifugal Pumps

Andi Kristianto

Mechanical Engineering Departement, Faculty of Engineering,
Sebelas Maret University
Surakarta, Indonesia

Email: andi.mechanic@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of the addition of splitter on the suction side of the impeller on the performance of the centrifugal pump. The pumps used are branded Grundfos NS Basic 13-18 type pumps with single impeller. The test is done with a rotational speed of 2800 rpm. The impeller used is semi-opened with three blades and has variations without splitter, splitter addition with length $0,25L$, $0,375L$; and $0.5L$; where L is the impeller blade length. Parameter of calculation result from this research is head value and pump efficiency. The results of this study indicate that the addition of splitter will increase the head value and pump efficiency. The longer the splitter on the suction side of the impeller, the head value and efficiency also increas. The addition of splitter on the suction side of the impeller with a length of $0,5L$ of the original blade enhances the most optimal head compared to the splitter with the length of $0,375L$ and the original $0,25L$ blade.

Keywords: splitter, impeller, head, efficiency, centrifugal pump

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “Studi Eksperimental Pengaruh Penambahan *Splitter* Pada Sisi Hisap *Impeller* Pompa Terhadap Unjuk Kerja Pompa Sentrifugal” ini dengan baik. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Program Sarjana Teknik Mesin di Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis mendapat banyak saran, dorongan, dan masukan dari berbagai pihak. Penulis dengan kerendahan hati mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kuasa, rahmat, berkah, dan hidayah-Nya.
2. Bapak, Ibu, dan Kakak yang telah memberikan doa, semangat, motivasi dan dukungan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Dr. Syamsul Hadi, S.T., M.T. selaku Ketua Prodi S1 Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret Surakarta.
4. Dr. Budi Santoso, S.T., M.T. dan D. Danardono, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing 1 dan dosen pembimbing 2 yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Agung T.W. dan Bapak Budi K. selaku dewan penguji yang telah memberikan saran dan kritik yang membangun.
6. Seluruh dosen dan asisten Laboratorium Program Studi Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret Surakarta yang telah menyempatkan waktu dan berbagi ilmu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Krisna Eka Kurniawan dan Abyan Fahmi selaku partner proyek Tugas Akhir saya yang telah menemani selama proses pengerjaan dalam suka maupun duka.
8. Teman-teman “COMET” S1 Teknik Mesin Reguler Angkatan 2013 yang selalu memberikan solusi dan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu selama penyusunan tugas akhir ini.

Penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini mampu memberi manfaat, wawasan dan inspirasi bagi siapa saja yang membacanya. Namun penulis juga menyadari bahwa masih terdapat kekurangan di dalam laporan ini, sehingga penulis juga mengharapkan saran dan kritik yang membangun agar karya tulis berikutnya dapat lebih baik lagi.

Surakarta, 5 Desember 2017

Penulis



DAFTAR ISI

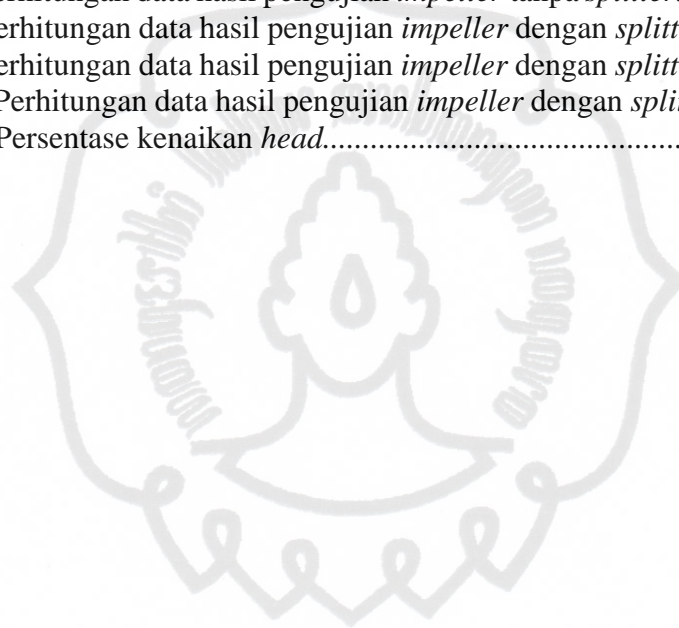
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Landasan Teori.....	10
2.2.1 Pompa sentrifugal	10
2.2.2 Klasifikasi pompa sentrifugal.....	12
2.2.3 Euler Turbomachine Equation.....	13
2.2.4 Karakteristik pompa sentrifugal	17
2.2.5 Persamaan Bernoulli.....	18
2.3 Persamaan Dasar	20
2.3.1 Kapasitas.....	20
2.3.2 Daya hidrolis	20
2.3.3 Kecepatan motor.....	21
2.3.4 Daya poros.....	21
2.3.5 Efisiensi pompa	21
BAB III METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Tempat Uji	24
3.2 Data Spesifikasi Pompa.....	24
3.3 Alat dan Bahan	25
3.4 Parameter Penelitian.....	29
3.5 Skema Penelitian.....	29
3.6 Prosedur Penelitian.....	30
3.6.1 Tahap persiapan.....	31
3.6.2 Tahap pengujian	31
3.6.3 Tahap variasi pengujian.....	32
3.6.4 Tahap perhitungan hasil data.....	32
3.6 Diagram alir.....	32
3.7 Analisis Data.....	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Data Hasil Pengujian.....	35
4.1.1 Putaran konstan.....	35
4.1.2 Putaran berubah.....	37
4.2 Perhitungan Performa Pompa	37

4.3 Data Hasil Perhitungan Performa Pompa.....	40
4.4 Analisa Data	42
BAB V KESIMPULAN	50
5.1 Kesimpulan.....	50
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN.....	53



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi <i>impeller</i> yang disimulasikan.....	8
Tabel 2.2 Perbandingan referensi penelitian.....	9
Tabel 3.1 Spesifikasi <i>impeller</i>	23
Tabel 3.2 Spesifikasi material pompa.....	24
Tabel 4.1 Data hasil pengujian <i>impeller</i> asli.....	35
Tabel 4.2 Data hasil pengujian <i>impeller</i> tanpa <i>splitter</i>	35
Tabel 4.3 Data hasil pengujian <i>impeller</i> dengan <i>splitter</i> panjang 0,25L.....	36
Tabel 4.4 Data hasil pengujian <i>impeller</i> dengan <i>splitter</i> panjang 0,375L.....	36
Tabel 4.5 Data hasil pengujian <i>impeller</i> dengan <i>splitter</i> panjang 0,5L.....	37
Tabel 4.6 Perhitungan data hasil pengujian <i>impeller</i> asli.....	40
Tabel 4.7 Perhitungan data hasil pengujian <i>impeller</i> tanpa <i>splitter</i>	40
Tabel 4.8 Perhitungan data hasil pengujian <i>impeller</i> dengan <i>splitter</i> 0,25L.....	41
Tabel 4.9 Perhitungan data hasil pengujian <i>impeller</i> dengan <i>splitter</i> 0,375L.....	41
Tabel 4.10 Perhitungan data hasil pengujian <i>impeller</i> dengan <i>splitter</i> 0,5L.....	42
Tabel 4.11 Persentase kenaikan <i>head</i>	46



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Pemodelan aliran pada <i>impeller</i> untuk (a) tanpa <i>splitter</i> dan (b) dengan <i>splitter</i>	2
Gambar 2.1	Unjuk kerja tanpa dan dengan <i>splitter</i>	4
Gambar 2.2	<i>Impeller</i> pengujian (a) tanpa <i>splitter</i> ; (b) dengan <i>splitter</i> 4-0,65D ₂ ; dan dengan <i>splitter</i> 4-0,725D ₂	5
Gambar 2.3	(a) perbandingan nilai head dari tiga variasi <i>splitter</i> ; (b)perbandingan nilai efisiensi dari tiga variasi <i>splitter</i>	5
Gambar 2.4	Streamline plots hasil simulasi (a) tanpa <i>splitter</i> , (b) <i>splitter</i> di tengah dua sudu, (c) <i>splitter</i> di dekat sisi tekan, dan (d) <i>splitter</i> di dekat sisi hisap	6
Gambar 2.5	Kurva performa pompa sentrifugal	7
Gambar 2.6	Distribusi tekanan pada 1.2 Q _{bep} (a) tanpa <i>splitter</i> ; (b) 0,25L sudu asli; (c) 0,375L sudu asli; (d) 0,5L sudu asli	8
Gambar 2.7	Bagian – bagian pompa sentrifugal	11
Gambar 2.8	Bentuk – bentuk <i>impeller</i> pompa sentrifugal (a) <i>Closed type</i> , (b) <i>Semi-opened type</i> , dan (c) <i>Opened type</i>	12
Gambar 2.9	<i>Impeller</i> pompa sentrifugal ditinjau dari arah aliran keluaran fluida (a) <i>Radial-flow</i> , (b) <i>Mixed-flow</i> , dan (c) <i>Axial-flow</i>	13
Gambar 2.10	Komponen <i>finite control volume</i> dan kecepatan absolut pada momen angular	14
Gambar 2.11	Geometri and notasi pada diagram kecepatan untuk tipe mesin <i>radial-flow</i>	15
Gambar 2.12	Kurva karakteristik H – Q berdasarkan sudut keluaran <i>impeller</i>	17
Gambar 2.13	Kurva performa pompa sentrifugal universal.....	18
Gambar 2.14	Kurva isoe efisiensi pompa sentrifugal	18
Gambar 2.15	Skema alat uji pompa.....	19
Gambar 3.1	<i>Impeller</i> asli pompa Grundfos NS Basic 13-18 pada (a) tampak depan dan (b) tampak belakang.....	23
Gambar 3.2	Variasi penambahan <i>splitter</i> pada sisi hisap untuk <i>impeller</i> (a) tanpa <i>splitter</i> , (b) dengan <i>splitter</i> 0,25L, (c) dengan <i>splitter</i> 0,375 L, dan (d) dengan <i>splitter</i> 0,5L.....	23
Gambar 3.3	Konstruksi pompa Grundfos NS Basic 13-18.....	24
Gambar 3.4	Kurva karakteristik pompa Grundfos NS Basic 13-18.....	25
Gambar 3.5	Motor listrik.....	26
Gambar 3.6	Pompa sentrifugal.....	26
Gambar 3.7	<i>Impeller</i>	27
Gambar 3.8	Pressure gauge.....	27
Gambar 3.9	Vacuum gauge.....	28
Gambar 3.10	Timbangan.....	28
Gambar 3.11	Skema pengujian pompa sentrifugal.....	30
Gambar 3.12	Diagram alir penelitian.....	33
Gambar 4.1	Perbandingan P _s dari berbagai variasi <i>impeller</i>	42
Gambar 4.2	Perbandingan P _d dari berbagai variasi <i>impeller</i>	43
Gambar 4.3	Perbandingan ΔP dari berbagai variasi <i>impeller</i>	44
Gambar 4.4	Kurva hubungan antara Head (H) dengan Debit (Q).....	45
Gambar 4.5	Kurva hubungan efisiensi dan debit.....	47
Gambar 4.6	Kurva isoe efisiensi pompa sentrifugal.....	48

DAFTAR NOTASI

η_p : efisiensi pompa (%)

BHP : *brake horse power* (watt)

D : diameter (m)

F : gaya tarik (N)

g : percepatan gravitasi (m/s^2)

H : *head*(m)

l : lengan moment (m)

n : kecepatan putaran poros motor (rpm)

p : tekanan (Pa)

Q : kapasitas (m^3/s)

r : jari-jari (m)

t : waktu (s)

T_{shaft} : torsi shaft (Nm)

U : kecepatan tangensial (m/s)

v : kecepatan fluida (m/s)

V : volume (m^3)

W : kecepatan relatif (m/s)

WHP : *water horse power* (Watt)

Z : ketinggian (m)

ρ : densitas air (kg/m^3)