

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENAMBAHAN
SPLITTER PADA SISI LUAR *IMPELLER* POMPA TERHADAP
UNJUK KERJA POMPA SENTRIFUGAL *GRUNDFOS NS*
*BASIC 13-18***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik



Oleh:

KRISNA EKA KURNIAWAN

NIM. I0413027

**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 Sutami No. 36A Ketingan 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 : **0804/TA/S1/03/2017**

Nama : **KRISNA EKA KURNIAWAN**
NIM : **10413027**
Bidang : **Konversi Energi**
Pembimbing 1 : **Dr. BUDI SANTOSO, ST, MT/197011052000031001**
Pembimbing 2 : **D. DANARDONO, ST, MT, PhD/196905141999031001**
Penguji : **1. Dr. BUDI KRISTIAWAN, ST., MT./ 197104251999031001**
2. DR. ENG. SYAMSUL HADI, S.T., M.T./
197106151998021002

Mata Kuliah Pendukung

1. **Turbin(MS04043-15)**
2. **Teknik Refrigerasi(MS06023-15)**
3. **Aero dan Hidro Dinamika(MS06033-15)**

Judul Tugas Akhir

**"STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENAMBAHAN
SPLITTER PADA SISI LUAR IMPELLER POMPA
TERHADAP UNJUK KERJA POMPA SENTRIFUGAL
GRUNDFOS NS BASIC 13-18"**

Surakarta, **2017-03-09 08:56:35**
Kepala Program Studi S1 Teknik Mesin,

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

Tembusan :

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

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENAMBAHAN SPLITTER PADA
SISI LUAR IMPELLER POMPA TERHADAP UNJUK KERJA POMPA
SENTRIFUGAL GRUNDFOS NS BASIC 13-18**

Disusun Oleh

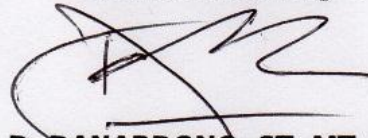
KRISNA EKA KURNIAWAN
NIM : **10413027**

Dosen Pembimbing 1



Dr. BUDI SANTOSO, ST, MT
NIP. **197011052000031001**

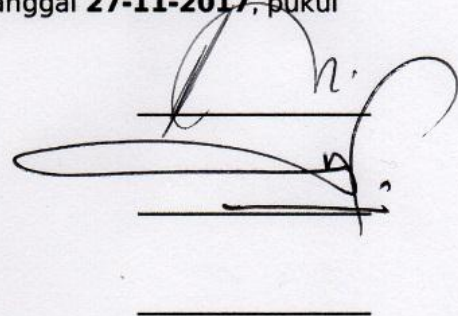
Dosen Pembimbing 2



D. BANARDONO, ST, MT, PhD
NIP. **196905141999031001**

Telah dipertahankan di depan Tim Dosen Penguji pada tanggal **27-11-2017**, pukul **13:00:00**, bertempat di **M.101, Gd.1 FT-UNS**.

1. Dr. BUDI KRISTIAWAN, ST., MT.
197104251999031001
2. DR. ENG. SYAMSUL HADI, S.T., M.T.
197106151998021002
- 3.

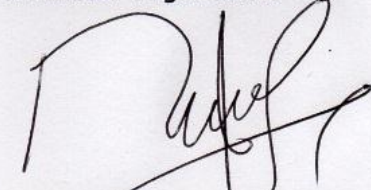


Kepala Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret
Surakarta



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

Koordinator Tugas Akhir



DR. NURUL MUHAYAT, ST, MT
NIP. **197003231998021001**

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, November 2017

Krisna Eka Kurniawan



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:

Allah SWT, pemilik segala keagungan, kemuliaan, kekuatan, dan kesempurnaan. Segala puji hanya bagi-Nya, pemilik alam semesta, tempat bergantung segala sesuatu, tempat memohon pertolongan.

Kedua orang tua penulis yang telah memberikan doa restu dan motivasi, kepada penulis selama menempuh studi di Program Studi Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret.

Erlangga Dwi Firmansyah yang selalu memberikan doa dan motivasi kepada penulis.

Dosen pembimbing, Bapak Dr. Budi Santoso, S.T., M.T. dan Bapak Dominicus Danardono Dwi Prija Tjahaja, S.T., M.T., Ph.D. yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir.

Seluruh Dosen dan Asisten Laboratorium Program Studi Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret yang telah memberikan ilmu dan bantuan kepada penulis dalam memperoleh gelar sarjana.

Universitas Sebelas Maret yang menjadi tempat penulis mendapatkan banyak ilmu pengetahuan dan pengalaman yang berharga.

MOTTO

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum kecuali kaum itu sendiri yang mengubah apa yang ada pada diri mereka.”

Q. S. Ar – Ra’d ayat 11

“Barang siapa menginginkan segala sesuatu yang ada di dunia maka wajib bagi dia untuk memiliki ilmunya, lalu barang siapa yang ingin selamat dan bahagia di akhirat maka wajib bagi dia untuk memiliki ilmunya, dan barang siapa yang menginginkan keduanya maka wajib bagi dia untuk memiliki kedua ilmunya pula.”

H. R. Bukhari dan Muslim

“Jangan menunggu, tidak akan pernah ada waktu yang tepat. Mulailah dimanapun kita berada dan bekerja dengan alat apapun yang kita miliki. Peralatan yang lebih baik akan ditemukan ketika kita melangkah.”

Napoleon Hill

“Tindakan adalah kunci dasar untuk semua kesuksesan”

Pablo Picasso

“Jadilah pribadi yang berkarakter. Keberanian, ketegasan, dan jiwa pantang menyerah harus selalu mengiringi langkah kita untuk terus maju.”

Joko Widodo

Studi Eksperimental Pengaruh Penambahan *Splitter* pada Sisi Luar *Impeller* Pompa terhadap Unjuk Kerja Pompa Sentrifugal *Grundfos NS Basic 13-18*

Krisna Eka Kurniawan
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret
Surakarta, Indonesia

Email: krisnaeka@student.uns.ac.id

ABSTRAK

Pompa sentrifugal merupakan salah satu jenis pompa yang paling banyak digunakan dalam dunia industri. Seiring berkembangnya zaman, pompa sentrifugal dituntut untuk memiliki desain yang lebih *compact* serta memiliki unjuk kerja yang maksimal. Unjuk kerja pompa sentrifugal dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah *impeller*. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk meningkatkan unjuk kerja pompa sentrifugal adalah dengan melakukan desain ulang pada *impeller*. Desain ulang pada *impeller* dilakukan dengan memberikan sudu tambahan atau *splitter* diantara sudu yang sudah ada. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan *splitter* pada sisi luar *impeller* pompa sentrifugal terhadap unjuk kerja pompa sentrifugal merk *Grundfos NS Basic 13-18*. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan tiga variasi panjang *splitter* yaitu 0,25; 0,375; dan 0,5 dari panjang sudu asli. Kecepatan putar maksimum *impeller* adalah 2800 RPM dan air dengan suhu 25°C digunakan sebagai fluida kerja. Hasil penelitian menunjukkan penambahan *splitter* sepanjang 0,5 dari panjang sudu asli pada sisi luar *impeller* pompa sentrifugal mampu menghasilkan peningkatan nilai head terbaik dibandingkan dengan variasi *splitter* yang lain yaitu sebesar 19,27 m dengan efisiensi terbaik sebesar 48,89%. Perpindahan panas yang terjadi pada pompa serta gesekan yang terjadi pada aliran fluida diabaikan.

Keywords: *Impeller*, *Splitter*, Head, Pompa sentrifugal

Experimental Study on the Effect of Splitter Blades Addition on the Outer Side of *Impeller* Pump toward Centrifugal Pump Performance of Grundfos NS Basic 13-18

Krisna Eka Kurniawan
Mechanical Engineering Departement, Faculty of Engineering
Sebelas Maret University
Surakarta, Indonesia

Email: krisnaeka@student.uns.ac.id

ABSTRACT

Centrifugal pump is one of the most widely used pumps in the industrial world. As the era progresses, centrifugal pump was required to have a more compact design and have maximum performance. Performance of centrifugal pump was influenced by several factors, one of which is *impeller*. One method that can be used to improve centrifugal pump performance is re-design the *impeller*. Re-design on the *impeller* was done by providing an additional blade or splitter between the existing blades. This research was aimed to determine the effect of splitter blades addition on the outer side of centrifugal pump *impeller* toward the centrifugal pump performance of Grundfos NS Basic 13-18. This research was conducted using three variation of splitter blades length that is 0.25, 0.375, and 0.5 of the original blade length. The maximum rotation speed of the *impeller* is 2800 RPM and water with 25°C is used as the working fluid. Results show that the addition of splitter blades along 0.5 of the original blade length on the outer side of centrifugal pump *impeller* is able to produce the best head value increasement of 19.27 m compared to other splitter blades variations with the best efficiency of 48.89%. The heat transfer that occurs in the pump and the friction that occurs in the fluid flow is negligible.

Keywords: *Impeller*, Splitter blades, Head, 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 Luar *Impeller* Pompa terhadap Unjuk Kerja Pompa Sentrifugal *Grundfos NS Basic 13-18*” 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:

Allah SWT yang telah memberikan kuasa, rahmat, berkah, dan hidayah, juga memberi kemudahan serta kelancaran kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Ayah, Ibu, dan Adik serta seluruh keluarga besar yang selalu memberikan kasih sayang, doa, semangat, motivasi dan dukungan dalam penyelesaian tugas akhir ini. Bapak Dr. Budi Santoso, S.T., M.T. dan Bapak Dominicus Danardono Dwi Prija T., S.T., M.T., Ph.D., selaku dosen pembimbing 1 dan dosen pembimbing 2 yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penyusunan tugas akhir ini.

Bapak Dr. Budi Kristiawan, S.T., M.T. dan Bapak Dr. Eng. Syamsul Hadi, S.T., M.T., selaku dewan penguji yang telah memberikan saran dan kritik yang membangun dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Dr. Eng. Syamsul Hadi, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Seluruh dosen dan asisten Laboratorium Program Studi Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret Surakarta yang telah menyempatkan waktu dan berbagi ilmu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Abyan Fahmi Maulana, Andi Kristianto, dan Sofia Fitriana, yang telah menemani penulis selama pengambilan data penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.

Teman-teman “COMET” S1 Teknik Mesin Reguler Angkatan 2013 yaitu A. Yusron, Abyan, Adi, Affif, Aji, Alfian, Andi, Andreas, Ardian, Bahtiar, Bhorin, Bintang, Bobby, Cahyo, Chamel, Dicky, Dimas, Egi, Faiq, Habibi, M. Zacky, M.

Fauzi. M. Ivan, Makhayas, Marcel, M. Alif, M. Fathan, Nauval, Niluh, Okta, Ortis, Platino, Ridho, Rizal, Risky, Sandi, Sofia, Tubagus, Widy, Yohanes, dan Yudis, yang selalu memberikan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Rekan – rekan Tim Bengawan UNS dan Keluarga Mahasiswa Teknik Mesin UNS yang telah berbagi ilmu dan pengalaman dalam berbagai kegiatan kompetisi maupun organisasi

Eka, Imam, Irfan, Tyo, Aryan, Lina, Wikandi, Aziz, Oland, Ridla, Indut, Ulum, Della, Dena, dan Rekan – rekan Wisma Kartika yang selalu memberian motivasi dalam penyelesaian tugas akhir ini.

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, November 2017

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori	14
2.2.1 Pompa sentrifugal	14
2.2.2 Klasifikasi pompa sentrifugal	15
2.2.3 <i>Multiple dependent parameters</i> pada pompa sentrifugal	17
2.2.4 <i>Euler Turbomachine Equation</i> pada pompa sentrifugal	19
2.2.5 Karakteristik performa pompa sentrifugal	22
2.2.6 Persamaan Bernoulli	24
2.3 Persamaan Dasar	26
2.3.1 Kapasitas	26
2.3.2 Daya air	26
2.3.3 Kecepatan motor	27
2.3.4 Daya poros	27
2.3.5 Efisiensi pompa	27
BAB III METODE PENELITIAN	28
3.1 Data <i>Impeller</i> Pompa	28
3.2 Data Spesifikasi Pompa	30
3.3 Tempat Uji	32

3.4	Alat dan Bahan	33
3.5	Skema Penelitian	40
3.6	Prosedur Penelitian	41
3.6.1	Tahap persiapan	41
3.6.2	Tahap pengujian	42
3.6.3	Tahap variasi pengujian	42
3.6.4	Tahap perhitungan hasil data	43
3.6.5	Analisis.....	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		45
4.1	Data Hasil Pengujian	45
4.2	Perhitungan Performa Pompa.....	48
4.3	Data Hasil Perhitungan Performa Pompa.....	50
4.4	Analisa Data Hasil Perhitungan.....	52
BAB V PENUTUP.....		57
5.1	Kesimpulan.....	57
3.2	Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA		xiv
LAMPIRAN.....		17

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Distribusi tekanan pada <i>impeller</i> [10]	5
Gambar 2.2 Hasil simulasi <i>streamline plots</i> [11].....	6
Gambar 2.3 Konfigurasi <i>impeller</i> pompa sentrifugal tanpa dan dengan penambahan <i>splitter</i> setengah panjang sudu asli [12]	7
Gambar 2.4 Kurva perbandingan luas area kavitasi pada <i>impeller</i> [12]	7
Gambar 2.5 Grafik perbandingan unjuk kerja pompa sentrifugal [13].....	8
Gambar 2.6 Grafik perbandingan unjuk kerja pompa sentrifugal [14].....	8
Gambar 2.7 Grafik perbandingan head dan efisiensi pompa sentrifugal [15]	9
Gambar 2.8 (a) <i>Impeller</i> asli; (b) <i>Impeller</i> dengan <i>splitter</i> [9]	9
Gambar 2.9 Kurva performa pompa sentrifugal [9].....	10
Gambar 2.10 Distribusi tekanan <i>impeller</i> dengan <i>splitter</i> [16].....	10
Gambar 2.11 Grafik hubungan laju aliran dengan head pompa [16].....	11
Gambar 2.12 Bagian – bagian pompa sentrifugal [17]	14
Gambar 2.13 Bentuk – bentuk <i>impeller</i> pompa sentrifugal [18]	15
Gambar 2.14 <i>Impeller</i> pompa ditinjau dari arah aliran keluaran fluida [19]	16
Gambar 2.15 Kurva karakteristik untuk pompa sentrifugal yang diuji pada kecepatan konstan [20].....	18
Gambar 2.16 Komponen <i>finite control volume</i> pada momen angular [20]	19
Gambar 2.17 Geometri diagram kecepatan untuk tipe mesin <i>radial-flow</i> [20]	20
Gambar 2.18 Kurva karakteristik H – Q sesuai sudut keluaran <i>impeller</i> [20].....	22
Gambar 2.19 Perbandingan kurva head dengan laju aliran pompa sentrifugal yang diteliti pada kondisi aktual dan ideal [20]	23
Gambar 2.20 Contoh kurva performa pompa sentrifugal yang diteliti pada variasi kecepatan tertentu [21]	24
Gambar 2.21 Skema alat uji pompa [22]	25
Gambar 3.1 <i>Impeller</i> asli pompa Grundfos NS Basic 13-18	29
Gambar 3.2 Variasi penambahan <i>splitter</i> pada sisi luar <i>impeller</i>	29
Gambar 3.3 Konstruksi pompa Grundfos NS Basic 13-18 [24].....	30
Gambar 3.4 Konstruksi pompa Grundfos NS Basic 13-18 [24].....	31
Gambar 3.5 Kurva karakteristik pompa Grundfos NS Basic 13-18 [24]	32
Gambar 3.6 Motor listrik.....	33
Gambar 3.7 Pompa sentrifugal Grundfos NS Basic 18-13.....	33
Gambar 3.8 <i>Impeller</i> pompa tipe <i>semi-opened</i>	34
Gambar 3.9 Pipa PVC	34
Gambar 3.10 Katup	35
Gambar 3.11 <i>Pressure gauge</i>	35
Gambar 3.12 <i>Stopwatch</i>	36
Gambar 3.13 Timbangan.....	36
Gambar 3.14 <i>Reservoir</i> dengan <i>water level</i>	37
Gambar 3.15 Panel kelistrikan	37
Gambar 3.16 <i>Inverter</i>	38
Gambar 3.17 Transmisi gear	38
Gambar 3.18 Rangka.....	39
Gambar 3.19 Skematik rangkaian pengujian	40
Gambar 3.20 Rangkaian alat pengujian	41

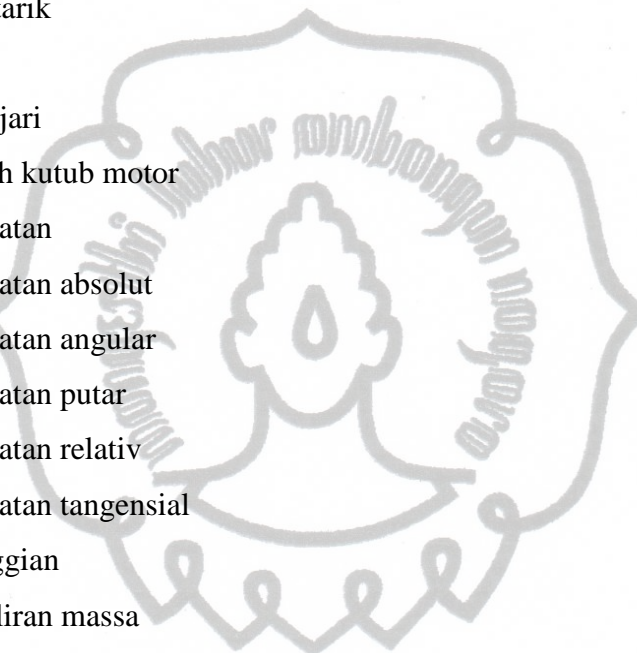
Gambar 3.21 Diagram alir penelitian..... 44
Gambar 4.1 Grafik perbandingan nilai laju aliran terhadap head 52
Gambar 4.2 Grafik perbandingan nilai kapasitas aliran terhadap efisiensi..... 54
Gambar 4.3 Kurva isofisiensi pompa sentrifugal untuk impeller dengan penambahan *splitter* 0.5 dari panjang sudu asli 55



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan referensi penelitian	11
Tabel 2.2 Perbandingan referensi penelitian (lanjutan 1)	12
Tabel 2.3 Perbandingan referensi penelitian (lanjutan 2)	13
Tabel 3.1 Spesifikasi <i>impeller</i>	29
Tabel 3.2 Spesifikasi material pompa <i>Grundfos NS Basic 13-18</i> [24]	30
Tabel 3.3 Spesifikasi ukuran pompa <i>Grundfos NS Basic 13-18</i> [24]	31
Tabel 3.4 Spesifikasi kinerja pompa <i>Grundfos NS Basic 13-18</i> [24]	31
Tabel 4.1 Data hasil pengujian <i>impeller</i> asli	45
Tabel 4.2 Data hasil pengujian <i>impeller</i> tanpa <i>splitter</i>	46
Tabel 4.3 Data hasil pengujian <i>impeller</i> dengan <i>splitter</i> 0,25 dari panjang sudu asli	46
Tabel 4.4 Data hasil pengujian <i>impeller</i> dengan <i>splitter</i> 0,375 panjang sudu asli	47
Tabel 4.5 Data hasil pengujian <i>impeller</i> dengan <i>splitter</i> 0,5 dari panjang sudu asli	47
Tabel 4.6 Perhitungan data hasil pengujian <i>impeller</i> asli	50
Tabel 4.7 Perhitungan data hasil pengujian <i>impeller</i> tanpa <i>splitter</i>	50
Tabel 4.8 Perhitungan data hasil pengujian <i>impeller</i> dengan <i>splitter</i> 0,25 dari panjang sudu asli	51
Tabel 4.9 Perhitungan data hasil pengujian <i>impeller</i> dengan <i>splitter</i> 0,375 dari panjang sudu asli	51
Tabel 4.10 Perhitungan data hasil pengujian <i>impeller</i> dengan <i>splitter</i> 0,5 dari panjang sudu asli	52
Tabel 4.11 Data persentase kenaikan nilai head	53

DAFTAR NOTASI



BHP	: <i>brake horse power</i>
\dot{W}	: daya
D	: diameter
η	: efisiensi pompa (%)
f	: frekuensi
F	: gaya tarik
H	: <i>head</i>
r	: jari – jari
P	: jumlah kutub motor
v	: kecepatan
V	: kecepatan absolut
ω	: kecepatan angular
n	: kecepatan putar
W	: kecepatan relativ
U	: kecepatan tangensial
Z	: ketinggian
\dot{m}	: laju aliran massa
Q	: laju aliran volume
l	: lengan <i>moment</i> (m)
ρ	: massa jenis zat
g	: percepatan gravitasi
β	: sudut <i>impeller</i>
w	: tebal <i>impeller</i>
P	: tekanan
T	: torsi
V	: volume
t	: waktu
WHP	: <i>water horse power</i>