

**ANALISIS KOMBINASI POMPA SENTRIFUGAL TERHADAP
TURBIN PELTON SKALA LABORATORIUM**

SKRIPSI

BIDANG KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
Memperoleh gelar Sarjana Teknik



**AGUS PRATAMA
NIM. 141210426**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONTIANAK
2019**

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS KOMBINASI POMPA SENTRIFUGAL TERHADAP
TURBIN PELTON SKALA LABORATORIUM

SKRIPSI

BIDANG KONVERSI ENERGI

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



AGUS PRATAMA
NIM. 141210426

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal November 2019

Dosen Pembimbing I

Gunarto, ST., M. Eng
NIDN. 00,0909,7301

Dosen Pembimbing II

Dr. Dedy Irawan, ST., M. Eng
NIDN. 11,2110,8001

Dosen Penguji I

Fauziah, ST., MT
NIDN. 11,2207,7301

Dosen Penguji II

Masrum Hadiansanto, ST., MT
NIDN. 11,2808,5802

Mengetahui
Ketua Jurusan/Ketua Program Studi

Waspo, ST., MT
NIDN. 11,1406,7602

LEMBAR PENGESAHAN
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar - benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur – unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Pontianak, 7 Februari 2019

Agus Pratama

NIM. 141210426

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Sesungguhnya setelah ada kesulitan itu pasti ada kemudahan.

(Q.S. Al Insyirah :5-6)

MAJU TERUS PANTANG MUNDUR

Tiada Yang Mampu Mengalahkan Tekad

" skripsi ini saya persembahkan untuk, kedua orang tua saya tercinta (Bendiwansyah & Maryamah) dan adik saya (Andi Prayoga Putra & Arie Kurnia Putra) serta seluruh keluarga saya "



BIODATA PENULIS

1. Nama : Agus Pratama
2. Tempat Tanggal Lahir : Ngabang, 08 Agustus 1995
3. Jenis Kelamin : Laki – Laki
4. Agama : Islam
5. Nama Orang Tua
Ayah : Bendiwansyah
Ibu : Maryamah
6. Alamat : BTN Gerbang Permata Blom M.12

JENJANG PENDIDIKAN

1. SD : SDN 30, Kabupaten Ketapang
2. SMP : SMPN 05, Kabupaten Ketapang
3. SMA : MAN 1, Kabupaten Ketapang
4. S1 : Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Pontianak
tahun 2014 - 2019

RINGKASAN

Agus Pratama, Jurusan / Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak, 31 Januari 2019, Analisis Kombinasi Pompa Sentrifugal Terhadap Turbin Pelton Skala Laboratorium.

Dosen Pembimbing : Gunarto, ST., M. Eng dan Dr. Doddy Irawan, ST., M. Eng

Pada pengujian ini, menggunakan pompa sentrifugal dengan spesifikasi pompa yang sama dengan bukaan variasi bukaan katup 90° , 60° , dan bukaan katup 45° . Pada pengujian pompa 1 efisiensi turbin tertinggi terjadi pada debit $0,0005 \text{ m}^3/\text{s}$ putaran turbin 2358 rpm menghasilkan efisiensi turbin sebesar 66 %, pada pengujian pompa 2 efisiensi turbin tertinggi terjadi pada debit $0,0005 \text{ m}^3/\text{s}$ putaran turbin yang didapat 729,7 rpm menghasilkan efisiensi turbin sebesar 60 %, Pada pompa 2 nilai efisiensi turbin menurun, karna jalur pipa yang ada pada pompa 2 memiliki belokan pipa lebih banyak dibandingkan dengan pompa 1 sehingga aliran yang dihasilkan oleh pompa 2 lebih sedikit, dan pada pengujian menggunakan pompa susunan paralel kerja maksimal dari turbin terjadi pada debit $0,000832 \text{ m}^3/\text{s}$ putaran turbin yang didapat 3408 rpm menghasilkan efisiensi turbin sebesar 82 %, dengan menggunakan pompa susuna paralel debit air yang dihasilkan oleh pompa meningkat sehingga menghasilkan putaran turbin yang tinggi dan efisiensi yang didapat oleh turbin cukup maksimal.

Kata Kunci : Pompa Sentrifugal, Turbin Pelton, Pengaruh Debit, Pengaruh Putaran Turbin, Efisiensi Turbin

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim,

Puji syukur peneliti panjatkan kepada Allah SWT, atas semua nikmat dan kesempatan yang telah dilimpahkan sehingga peneliti biasa menyelesaikan skripsi dengan judul “ANALISIS KOMBINASI POMPA SENTRIFUGAL TERHADAP TURBIN PELTON SKALA LABORATORIUM” dengan sebaik-baiknya. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi S-1 Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak.

Peneliti menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangannya, untuk itu demi kesempurnaan isi dari skripsi ini mengharapkan saran-saran atau kritik yang sifatnya membangun.

Dalam pelaksanaan penulisan skripsi ini peneliti mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, untuk itu peneliti mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Helman Fachri, SE, MM. Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Pontianak atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Muhammadiyah Pontianak.
2. Bapak Fuazen, ST., MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak.
3. Bapak Dr. Doddy Irawan, ST., M. Eng. Selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak serta selaku Pembimbing II yang sudah meluangkan waktu dalam memberikan bimbingan, nasehat serta arahan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Waspodo, ST., MT. Selaku Ketua Jurusan / Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak.
5. Bapak Gunarto, ST., M. Eng, Selaku Pembimbing I yang sudah meluangkan waktu dalam memberikan bimbingan, nasehat serta arahan dalam penyusunan skripsi ini.

6. Seluruh Dosen Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak yang telah memberikan peneliti ilmu yang banyak serta bermanfaat selama proses perkuliahan.
7. Kedua orang tua saya (Bapak dan Mamak), saudara kandung saya, kakek dan nenek saya serta seluruh keluarga yang sudah mendoakan dengan tulus untuk keberhasilan saya.
8. Untuk Fenny Septia Wijayanti., S.K.M. yang telah menemani selama masa perkuliahan dari awal masuk kuliah hingga selesai.
9. Untuk sahabat seperjuangan selama menyelesaikan skripsi ini Azmi Rachman M, Haris Purnama Sidik, dan Zulhijri. Serta semua teman – teman Teknik Mesin angkatan 2014 khususnya anak kelas 02 pagi yang telah memberikan dukungan dan doa hingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata peneliti mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi terciptanya skripsi yang berkualitas.

Pontianak, 7 Februari 2019

Agus Pratama

NIM. 141210426

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iii
BIODATA PENULIS.....	iv
RINGKASAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SIMBOL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Pengertian Pompa Sentrifugal	6

2.3	Perinsip Dasar Pompa Sentrifugal	7
2.4	Komponen – Komponen Utama Pompa Sentrifugal	8
2.5	Karakteristik Pompa Sentrifugal.....	12
2.6	Perhitungan Pompa 1 dan pompa 2	12
2.7	Perhitungan Pompa Paralel.....	16
2.8	Perhitungan Dasar Turbin Pelton.....	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		21
3.1	Tempat dan Waktu.....	21
3.1.1	Tempat	21
3.1.2	Waktu.....	21
3.2	Peralatan dan Bahan.....	21
3.2.1	Peralatan.....	21
3.2.2	Bahan	24
3.3	Metodologi.....	24
3.3.1	Metode Studi Lapangan	24
3.3.2	Metode Perancangan	25
3.3.3	Metode Pengujian	25
3.4	Proses Sirkulasi Air (Proses Pengaliran Air)	26
3.5	Prosedur Pengujian dan Penelitian	27
3.6	Diagram Alir Metode Penelitian dan Metode Perancangan	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		30
4.1	Kapasitas Pompa.....	30
4.1.1	Kapasitas Pompa 1	30
4.1.2	Kapasitas Pompa 2	30
4.2	Data Pada Pompa 1	31
4.3	Data Hasil Pengujian Pompa 1 Buka Katup 90°	31
4.4	Data Hasil Pengujian Pompa 1 Buka Katup 60°	37
4.5	Data Hasil Pengujian Pompa 1 Buka Katup 45°	42
4.6	Data Pada Pompa 2	47
4.7	Data Hasil Pengujian Pompa 2 Buka Katup 90°	47

4.8	Data Hasil Pengujian Pompa 2 Buka-an Katup 60°	53
4.9	Data Hasil Pengujian Pompa 2 Buka-an Katup 45°	58
4.10	Data Hasil Pengujian Pompa Paralel Buka-an Katup 90°	63
4.11	Data Hasil Pengujian Pompa Paralel Buka-an Katup 60°	69
4.12	Data Hasil Pengujian Pompa Paralel Buka-an Katup 45°	75
4.13	Pembahasan	81
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		85
5.1	Kesimpulan	85
5.2	Saran	86
DAFTAR PUSTAKA		87
LAMPIRAN		89

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Prinsip Kerja Pompa.....	8
Gambar 2.2 Poros Pompa.....	9
Gambar 2.3 Casing Pompa.....	10
Gambar 2.4 Impeller	11
Gambar 3.1 Pompa Sentrifugal.....	21
Gambar 3.2 Nozzle.....	22
Gambar 3.3 Manometer	22
Gambar 3.4 Flowmeter.....	22
Gambar 3.5 Tacho Meter	23
Gambar 3.6 Gergaji Besi.....	23
Gambar 3.7 Lem Paralon	23

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Data Pengujian Pompa	27
Tabel 3.2 Data Pengujian Turbin Pelton	27
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Pompa 1 Bukaannya Katup 90°	30
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Pompa 1 Bukaannya Katup 90°	33
Tabel 4.3 Data Pengujian Turbin Pelton Bukaannya Katup 90°	34
Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Pompa 1 Bukaannya Katup 60°	36
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Pompa 1 Bukaannya Katup 60°	39
Tabel 4.6 Data Pengujian Turbin Pelton Bukaannya Katup 60°	39
Tabel 4.7 Data Hasil Pengujian Pompa 1 Bukaannya Katup 45°	41
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Pompa 1 Bukaannya Katup 45°	44
Tabel 4.9 Data Pengujian Turbin Pelton Bukaannya Katup 45°	44
Tabel 4.10 Data Hasil Pengujian Pompa 2 Bukaannya Katup 90°	46
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Pompa 2 Bukaannya Katup 90°	49
Tabel 4.12 Data Pengujian Turbin Pelton Bukaannya Katup 90°	50
Tabel 4.13 Data Hasil Pengujian Pompa 2 Bukaannya Katup 60°	52
Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Pompa 2 Bukaannya Katup 60°	55
Tabel 4.15 Data Pengujian Turbin Pelton Bukaannya Katup 60°	55
Tabel 4.16 Data Hasil Pengujian Pompa 2 Bukaannya Katup 45°	57

Tabel 4.17 Hasil Perhitungan Pompa 2 Bukaannya Katup 45°	60
Tabel 4.18 Data Pengujian Turbin Pleton Bukaannya Katup 45°	60
Tabel 4.19 Data Hasil Pengujian Pompa Paralel Bukaannya Katup 90°	62
Tabel 4.20 Hasil Perhitungan Pompa Paralel Bukaannya Katup 90°	65
Tabel 4.21 Data Pengujian Turbin Pleton Bukaannya Katup 90°	66
Tabel 4.22 Data Hasil Pengujian Pompa Paralel Bukaannya Katup 60°	68
Tabel 4.23 Hasil Perhitungan Pompa Paralel Bukaannya Katup 60°	71
Tabel 4.24 Data Pengujian Turbin Pleton Bukaannya Katup 60°	72
Tabel 4.25 Data Hasil Pengujian Pompa Paralel Bukaannya Katup 45°	74
Tabel 4.26 Hasil Perhitungan Pompa Paralel Bukaannya Katup 45°	77
Tabel 4.27 Data Pengujian Turbin Pleton Bukaannya Katup 45°	78

DAFTAR SIMBOL

Besaran Dasar	Nama Satuan dan Singkatannya	Simbol
Debit air	meter kubik per sekon atau (m^3/s)	Q
Luas penampang	meter persegi atau (m^2)	A
Kecepatan aliran	meter per sekon atau (m/s)	v
Massa jenis	kilogram per meter persegi atau (kg/m^2)	ρ
Gaya	kilogram atau (kg)	f
Jarak	meter atau (m)	r
Kecepatan putaran	rotasi per menit atau (rpm)	n
Tekanan	pascal atau (Pa)	p
Gravitasi	meter per sekon persegi atau (m/s^2)	g
Tegangan listrik	volt atau (V)	V
Arus listrik	amper atau (A)	I
Waktu	sekon atau (s)	t

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan modern seperti sekarang ini pompa mempunyai penggunaan yang sangat luas di hampir segala bidang kegiatan. Jenis dan ukurannya pun beraneka ragam sesuai dengan pemakaiannya. Dapat dimengerti bahwa untuk menangani mesin – mesin ini diperlukan pengetahuan yang memadai dan terperinci terutama dalam cara – cara pemilihan, pemasangan, dan pemeliharaan. Pompa merupakan komponen utama pada sistem hidrolis yang berperan sebagai pembangkit tekanan. Pompa menerima tenaga mekanis yang berupa putaran yang dihasilkan oleh motor penggerak sehingga dapat memindahkan fluida cair dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi.

Jika head atau kapasitas yang diperlukan tidak dapat dicapai dengan satu pompa saja, maka dapat digunakan dua pompa atau lebih yang disusun secara seri dan paralel. Karena itu pengoperasian pompa sentrifugal sangat diperlukan perhatian yang khusus dengan memeriksa keadaan pompa tersebut. Terkadang instalasi pompa harus dibuat secara khusus dengan demikian akan sesuai dengan kebutuhan terhadap kapasitas pompa yang diperlukan, tinggi kenaikan, dan bahan (fluida) yang akan dipompa.

Berdasarkan pemikiran ini perlu adanya suatu pengembangan tentang pompa, terutama pompa sentrifugal. Maka dari itu penulis ingin membuat alat uji pompa sentrifugal yang dioperasikan secara paralel sebagai penggerak turbin pelton skala laboratorium dengan menggunakan diameter *nozzle* 10 mm. Prinsip kerja dasar dari turbin air adalah kebalikan dari kerja pompa, Harus dicatat bahwa semakin besar dimensi pompa menawarkan efisiensi semakin tinggi (di atas 86%), selanjutnya diharapkan memberikan efisiensi yang lebih tinggi juga pada turbin. Jadi *centrifugal volute-pump* merupakan solusi alternative yang potensial digunakan sebagai turbin air.

Dimana pada alat tersebut akan di uji bagaimana pengaruh pompa sentrifugal dengan susunan paralel terhadap kerja dari turbin pelton. Sehingga alat ini nantinya bisa digunakan secara maksimal dalam sarana pembelajaran praktikum di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan, maka permasalahan yang menjadi obyek penelitian pada tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana cara kerja dari pompa sentrifugal yang disusun secara paralel ?
2. Bagaimana efisiensi yang didapat dari pompa sentrifugal yang disusun secara paralel ?
3. Apa pengaruh pompa sentrifugal yang disusun secara paralel terhadap kerja dari turbin pelton skala laboratorium ?

1.3 Batasan Masalah

Dalam perancangan dan pengujian pompa sentrifugal secara paralel dilakukan adanya pembatasan masalah yang diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini pompa menggunakan pompa air sentrifugal jenis sumur dangkal.
2. Penelitian ini hanya menguji efisiensi pompa sentrifugal yang di rangkai secara paralel untuk pengoprasian turbin pelton skala laboratorium.
3. Turbin pelton yang dipakai menggunakan satu *nozzle* dengan diameter 10 mm.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian adalah :

1. Melakukan perancangan ulang pompa sentrifugal yang di susun secara paralel, untuk pengoperasian turbin pelton skala laboratorium.

2. Meningkatkan kapasitas pompa sentrifugal yang di susun secara paralel.
3. Melakukan pengujian dan menganalisis data hasil pengujian pada pompa sentrifugal yang disusun secara paralel.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Dapat memahami pengetahuan mengenai pengaruh kapasitas yang di hasilkan oleh pompa sentrifugal yang di gunakan sebagai penggerak turbin pelton skala laboratorium.
2. Sebagai pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya bidang konversi energi.
3. Dapat memberikan informasi dan masukan kepada pembaca maupun penulis sebagai pengetahuan dan pengembangan serta penyempurnaan peningkatan kapasitas pada pompa sentrifugal yang di susun secara paralel.
4. Membantu dalam pengembangan laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak, agar dapat digunakan secara maksimal.

1.6 Sistematika Penulisan

Proposal Tugas Akhir (TA) sesuai dengan sistematika berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Landasan teori, yang mencakup tentang pompa sentrifugal, perisip dasar pompa sentrifugal, komponen-komponen utama pompa sentrifugal, karakteristik pompa sentrifugal, dan jurnal terkait.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian, yang mencakup tempat dan waktu, alat dan bahan, metodologi, diagram alir, dan gambar perancangan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisikan tentang hasil perancangan, hasil pengujian, dan analisis dari data – data yang diperoleh.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan saran yang dapat penulis rekomendasikan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah mengumpulkan data-data terkait tentang pompa sentrifugal dan melakukan pengujian di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak kemudian di lanjutkan dengan pengolahan data maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pengujian ini menggunakan pompa air sentrifugal jenis sumur dangkal dengan *spesifikasi* yang sama, dalam pengujian ini menggunakan bukaan katup 90°, 60°, 45° dan menggunakan *nozzle* diameter 10 mm dengan sisi keluar yang sama.
2. Pada pompa 1 dan pompa 2 efisiensi turbin masih terbilang kecil, karena debit yang dihasilkan oleh kedua pompa tersebut masih kecil sehingga berpengaruh pada putaran turbin dan efisiensi turbin.
3. Pompa susunan paralel dengan *spesifikasi* yang sama bekerja optimal pada bukaan katup 90° menghasil debit 0,000832 m³/s dengan efisiensi yang dihasilkan oleh pompa 85 %.
4. Pada pompa susunan paralel memiliki peningkatan debit air yang cukup besar yaitu 0,000832 m³/s sehingga menghasilkan putaran turbin 3408 rpm dan efisiensi yang didapat oleh turbin 82 %. Semakin besar debit air yang dihasilkan oleh pompa maka semakin maksimal kerja dari turbin.
5. Pompa dengan susunan paralel merupakan alternatif yang cukup tepat digunakan untuk pengoperasian turbin pelton skala laboratorium, di bandingkan hanya dengan menggunakan satu buah pompa saja.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan setelah melakukan pengujian serta analisis yang dilakukan yaitu :

1. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik pada pengujian pompa susunan paralel perlu dilakukan perbaikan ulang pada jalur- jalur pipa.
2. Dalam pengambilan data pada alat uji ini harus dilakukan dengan pengamatan yang seteliti mungkin.
3. Kepada peneliti selanjutnya diharapkan dapat menguji pompa paralel pada turbin pelton dengan sisi keluar yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Dietzel, Fritz. Pompa dan Kompresor. Jakarta: PT. Gelora Aksara Pratama, 1996.
- Edward, P.E. 1996. Teknologi Pemakaian Pompa. Diterjemahkan oleh Zulkifli Harahap. Erlangga. Jakarta.
- Himran Syukri, 2017, Turbin Air (teori dan dasar perancangan). Makasar : Andi
- Mastur, Warso, Pengaruh Putaran Terhadap Pompa Sentrifugal Pada Rangkaian Seri Dan Paralel, *prosiding Senatek* fakultas teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto, 28 November 2015, ISBN 978-602-14355-0-2.
- Marjuki, Tri and Handayani, Sri Utami. 2009. Pengujian Karakteristik Pompa Susunan Paralel Dengan Spesifikasi Sama (*Characteristic Tes Of The Same Spesification Centrifugal Pumin Parallel*). Skripsi Teknik Mesin. Universitas Diponegoro.
- Nouwen, Ing. A. Pompa 1. Jakarta : PT. Bhatara Karya Aksara, 1981.
- Nouwen, Ing. A. Pompa 2. Jakarta : PT. Bhatara Karya Aksara, 1994.
- Olson, R.M. and Wright, S.J. 1990. Dasar-Dasar Mekanika Fluida. Diterjemahkan oleh Alex Ari Kancoro Widodo. Erlangga. Jakarta.
- Supardi, Max Millian Renwarin, Pengaruh Variasi Debit Aliran Dan Pipa Isap (Section) Terhadap Karakteristik Pompa Sentrifugal Yang Dioperasikan Secara Paralel, *Mekanika Jurnal Teknik Mesin*, Volume 1 No. 1. 2015.
- Siregar, J. F., 2012. Perancangan Alat Uji Gesekan di Dalam Saluran. Skripsi Teknik Mesin. Universitas Lampung.
- Sularso, Pompa dan Kompresor : Pemilihan, Pemakaian, dan Pemeliharaan. Jakarta : Pradnya Paramita, 1996.

Tardia, Lunny. Pompa Sentrifugal Aplikasi, Bandung : ITB, 2014

Waspodo, Analisa Head Loss Sistem Jaringan Pipa Pada Sambungan Pipa Kombinasi Diameter Berbeda. Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak: Kalimantan Barat, Indonesia.

LAMPIRAN



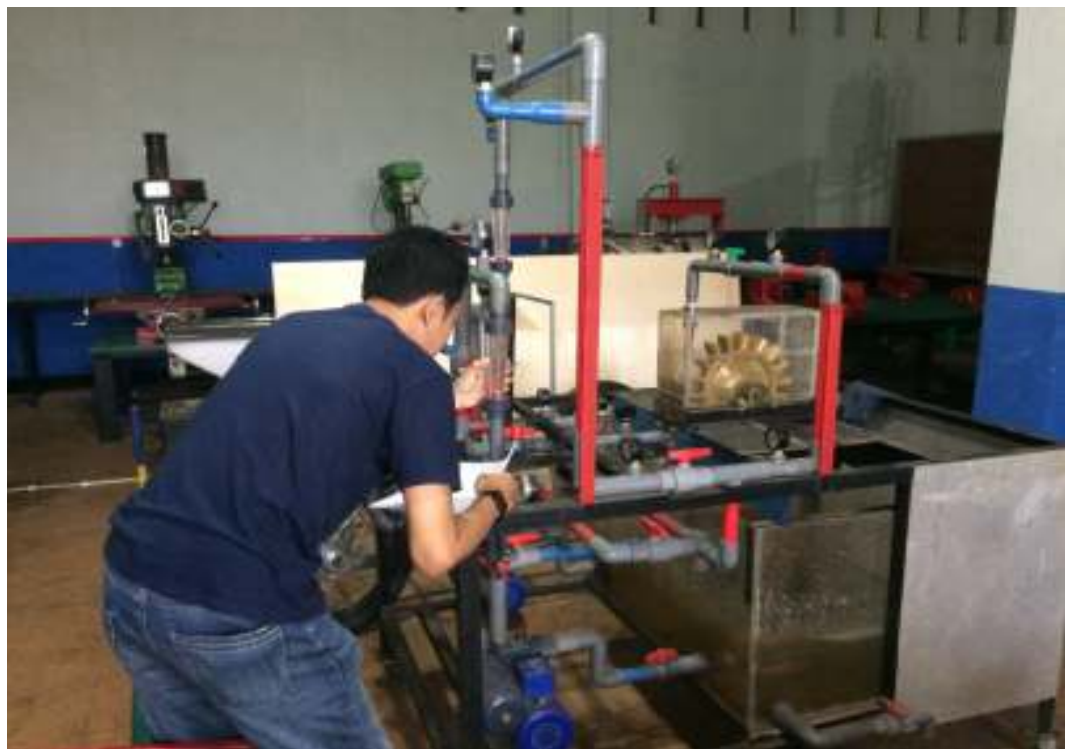
Lampiran 1 Pompa Sentrifugal Dengan Spesifikasi Sama



Lampiran 2 Pengukuran Panjang Pipa



Lampiran 3 Pemasangan Nozzle Pada Turbin



Lampiran 4 Pengambilan Data Debit Air Pada Turbin Pelton



Lampira 5 Pengambilan Data Tekanan Pada Turbin



Lampiran 6 Pengambilan Data Pada Putaran Turbin



Lampiran 7 Pengambilan Data Pada Torsi Turbin