

SKRIPSI**PENGUJIAN KARAKTERISTIK POMPA RANGKAIAN SERI
UNTUK SUMUR DALAM DENGAN MENGGUNAKAN
DIAMETER PIPA TEKAN 1 INCH DAN $\frac{3}{4}$ INCH**

Disusun Oleh :

Nama : Arief Hidayat

NIM : 1611017

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

JULI 2020

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

PENGUJIAN KARAKTERISTIK POMPA RANGKAIAN SERI UNTUK SUMUR DALAM DENGAN MENGGUNAKAN DIAMETER PIPA TEKAN 1 INCH DAN ¾ INCH

Disusun Oleh:


Nama : Arief Hidayat
NIM : 1611017
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknologi Industri

Mengetahui
Ketua Program Studi
Teknik Mesin S-1



Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.
NIP.Y 1030400405

Diperiksa dan disetujui
Dosen Pembimbing



Ir. Soeparno Djiwo, MT.
NIP. Y. 1018600128



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0344) 417636 Fax. (034s) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Arief Hidayat
NIM : 1611017
Jurusan : Teknik Mesin S-1
Judul : Pengujian Karakteristik Pompa Rangkaian Seri Untuk Sumur Dalam
Dengan Menggunakan Diameter Pipa Tekan 1 Inch Dan $\frac{3}{4}$ Inch
Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S-1)
Pada Hari : Senin
Pada tanggal : 3 Agustus 2020
Dengan nilai : 85,87 (A)

PANITIA MAJELIS PENGUJI SKRIPSI

KETUA

Dr. I Komang Astana Widi, ST.,MT.
NIP.P.1030400405

SEKRETARIS

Febi Rahpradianto, ST.,MT.
NIP.P.1031500490

ANGGOTA

PENGUJI I

Sibut, ST.,MT.
NIP. Y. 1018100036

PENGUJI II

Dr. Eko Yohanes Setvawan, ST.,MT
NIP. P. 1031800551

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Arief Hidayat

NIM : 1611017

Program Studi : Teknik Mesin S-1.

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa isi skripsi yang berjudul **“Pengujian Karakteristik Pompa Rangkaian Seri Untuk Sumur Dalam Dengan Menggunakan Diameter Pipa Tekan 1 Inch Dan $\frac{3}{4}$ Inch ”** adalah skripsi hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain serta tidak mengutip sepenuhnya dari karya dari orang lain, kecuali yang telah disebutkan sumber aslinya.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan data yang sebenarnya.

Malang, 27 Juli 2020

Yang membuat pernyataan,



Arief Hidayat

1611017

LEMBAR ASISTENSI
LOOK BOOK ASISTENSI

Nama : Arief Hidayat

NIM : 1611017

Program Studi : Teknik Mesin S-1

Judul Skripsi : Pengujian Karakteristik Pompa Rangkaian Seri Untuk Sumur Dalam Dengan Menggunakan Diameter Pipa Tekan 1 Inch Dan $\frac{3}{4}$ Inch.

Dosen Pembimbing : Ir. Soeparno Djiwo, MT.

| NO | HARI/ TANGGAL | ASISTENSI | PARAF |
|-----------|----------------------------|--|--------------|
| 1 | Kamis/ 20 Februari 2020 | <ul style="list-style-type: none">• Konsultasi judul skripsi | |
| 2 | Senin/ 24 Februari 2020 | <ul style="list-style-type: none">• Konsultasi topik penelitian | |
| 3 | Kamis/ Mei 2020 | <ul style="list-style-type: none">• Konsultasi penyusunan seminar proposal | |
| 4 | Jumat/ 8 Mei 2020 | <ul style="list-style-type: none">• Revisi judul dan batasan masalah | |
| 5 | Sabtu/ 9 Mei 2020 | <ul style="list-style-type: none">• Kirim gambar sketsa instalasi pengujian via email. | |
| 6 | Kamis/ 4 Juni 2020 | <ul style="list-style-type: none">• Revisi tabel 4.1 ditambahkan lamanya waktu pengambilan data uji• Revisi hasil pompa 1 kenapa bisa sama semua. | |
| 7 | Jumat/ 5 Juni 2020 | <ul style="list-style-type: none">• Lanjutkan 4.2 analisa data dan pembahasan pengujian• Revisi 4.2.1 Analisa data dan pembahasan hasil pengujian tekanan air keluar pompa, debit dari v-notch dan kecepatan aliran air diameter pipa 1 inch dan $\frac{3}{4}$ inch. | |
| 8 | Minggu/ 14 Juni 2020 | <ul style="list-style-type: none">• Revisi pisahkan data hasil pengujian pipa 1 inch dan $\frac{3}{4}$ inch• Apa dasar menggunakan waktu uji yang singkat atau hanya beberapa detik. | |

| | | | |
|----|-------------------------|---|--|
| 9 | Senin/ 15 Juni 2020 | <ul style="list-style-type: none"> • Revisi 4.1.1 Data hasil pengujian pipa diameter 1 inch pada bukaan katub 90° dan bukaan katub 45° rangkain seri. • Revisi 4.1.2 Data hasil pengujian pipa diameter ¾ inch pada bukaan katub 90° dan bukaan katub 45° rangkaian seri. | |
| 10 | Selasa/ 16 Juni 2020 | <ul style="list-style-type: none"> • Analisa data dan pembahasan hasil pengujian pipa diameter 1 inch pada bukaan katub 90° dan bukaan katub 45° rangkain seri. | |
| 11 | Rabu/ 17 Juni 2020 | <ul style="list-style-type: none"> • Revisi peneliti terdahulu an, achmad diganti dengan referensi penelitian pompa seri dan paralel. • Lanjutkan 2.2 Pompa sentrifugal | |
| 12 | Kamis/ 18 Juni 2020 | <ul style="list-style-type: none"> • Revisi 2.2 Pompa sentrifugal dan tulis tentang pompa sentrifugal yang banyak dan panjang. | |
| 13 | Jumat/ 19 Juni 2020 | <ul style="list-style-type: none"> • Revisi tulis bab II Dasar teori, 2.1 Peneliti terdahulu, dan 2.2 Pompa sentrifugal | |
| 14 | Sabtu/ 20 Juni 2020 | <ul style="list-style-type: none"> • Dikoreksi kembali spasi untuk skripsi • Revisi tabel diberi angka seperti tabel 2-1, 2-2, dan seterusnya | |
| 15 | Minggu/ 21 Juni 2020 | <ul style="list-style-type: none"> • Lanjutkan bab III Metodologi penelitian • Buat diagram alir penelitian | |
| 16 | Senin/ 22 Juni 2020 | <ul style="list-style-type: none"> • Lanjutkan 3.2 Penjelasan tentang diagram alir penelitian. • Revisi penulisan 3.3, 3.4, 3.5, dan 3,6 dibuang. Yang ada hanya 3.1 Diagram alir penelitian dan 3.2 Penjelasan diagram alir penelitian. | |
| 17 | Selasa/ 23 Juni 2020 | <ul style="list-style-type: none"> • Lanjutkan Bab IV Analisa dan pembahasan 4.1 Data hasil pengujian, 4.1.1. Data hasil pengujian diameter pipa 1 inch pada bukaan katub 90° dan bukaan katub 45° rangkaian seri. • Revisi 4.1 Hanya tabel data hasil uji bukan hitungan. • Revisi dicek kembali satu persatu tabel 4.1 | |

| | | | |
|----|-------------------------|---|--|
| 18 | Rabu/ 24 Juni 2020 | <ul style="list-style-type: none"> • Lanjutkan analisa dan pembahasan hasil pengambilan data di tabel 4-1. • Analisa nya dihitung karakteristik pompa. | |
| 19 | Kamis/ 25 Juni 2020 | <ul style="list-style-type: none"> • Lanjutkan buat tabel hasil analisa perhitungan : Debit, head, daya air, daya motor, dan efisiensi. • Pembahasan hasil analisa perhitungan apakah sudah sesuai spesifikasi pompa yang digunakan. | |
| 20 | Minggu/ 28 Juni 2020 | <ul style="list-style-type: none"> • Sempurnakan bab IV seperti contoh yang dikirim. | |
| 21 | Jumat/ 3 Juli 2020 | <ul style="list-style-type: none"> • Revisi tabel 4-2 hitungan nya ada dimana. • Revisi tabel 4-2 kerjakan seperti contoh. | |
| 22 | Sabtu/ 4 Juli 2020 | <ul style="list-style-type: none"> • Revisi gambar 4-1 untuk bukaan katub berapa. • Lanjutkan bukaan katub 45°. | |
| 23 | Minggu/ 5 Juli 2020 | <ul style="list-style-type: none"> • Lanjutkan 4.2.2. Analisa perhitungan data hasil pengujian pompa rangkaian seri diameter pipa $\frac{3}{4}$ inch dengan bukaan katub 90° dan bukaan katub 45°. • Lanjutkan pembahasan hasil analisa perhitungan data penelitian. | |
| 24 | Senin/ 6 Juli 2020 | <ul style="list-style-type: none"> • Revisi gambar grafik bab IV digambar ulang menggunakan skala yang benar berdasarkan teori grafik. | |
| 25 | Kamis/ 9 Juli 2020 | <ul style="list-style-type: none"> • Revisi gambar grafik diganti rata-rata. | |
| 26 | Jumat/ 10 Juli 2020 | <ul style="list-style-type: none"> • Tulisan Head di sempurnakan. • Lanjutkan bab V Kesimpulan. | |
| 27 | Sabtu/ 11 Juli 2020 | <ul style="list-style-type: none"> • Bab V tulis daftar pustaka yang mencakup 7 buku pompa dan 7 jurnal pompa seri. | |
| 28 | Minggu/ 12 Juli 2020 | <ul style="list-style-type: none"> • Tulisan Kesimpulan dihapus. • Lanjutkan lampiran-lampiran. | |
| 29 | Selasa/ 14 Juli 2020 | <ul style="list-style-type: none"> • Lanjutkan Abstrak Jurnal | |
| 30 | Rabu/ 15 Juli | <ul style="list-style-type: none"> • Judul diganti pengujian karakteristik pompa rangkaian seri untuk sumur dalam dengan menggunakan diameter pipa tekan 1 inch dan $\frac{3}{4}$ inch. | |

| | | | |
|----|------------------------|--|--|
| 31 | Kamis/ 16 Juli 2020 | • Lanjutkan abstrack bahasa inggris. | |
| 32 | Jumat/ 17 Juli 2020 | • Sempurnakan kembali menggunakan bahasa inggris teknik. | |

Malang, 27 Juli 2020

Dosen Pembimbing



Ir. Soeparno Djiwo, MT.

NIP. Y. 1018600128

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Arief Hidayat
Nim : 1611017
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : Pengujian Karakteristik Pompa Rangkaian Seri Untuk Sumur Dalam Dengan Menggunakan Diameter Pipa Tekan 1 Inch dan $\frac{3}{4}$ Inch
Dosen Pembimbing : Ir. Soeparno Djiwo, MT.

Tanggal Mengajukan Skripsi : 20 Februari 2020
Tanggal menyelesaikan Skripsi : 16 Juli 2020
Dosen Pembimbing : Ir. Soeparno Djiwo, MT.
Telah Dievaluasi Dengan Nilai :

Malang, 27 Juli 2020

Dosen Pembimbing



Ir. Soeparno Djiwo, MT.
NIP. Y. 1018600128

PENGUJIAN KARAKTERISTIK POMPA RANGKAIAN SERI UNTUK SUMUR DALAM DENGAN MENGGUNAKAN DIAMETER PIPA TEKAN 1 INCH DAN $\frac{3}{4}$ INCH

Arief Hidayat

Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Malang
Jln. Raya Karanglo Km.2, Tasikmadu, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur
Email : ayatyayan24@gmail.com

ABSTRAK

Pompa digunakan untuk memindahkan air dari tempat yang rendah ke tempat yang tinggi atau dari suatu tempat dengan jarak tertentu. Sehingga di butuhkan energi alternatif untuk membantu melancarkan proses pengambilan air. Pengujian karakteristik pompa rangkaian seri untuk sumur dalam dengan menggunakan diameter pipa 1 inch dan $\frac{3}{4}$ inch dilakukan di desa Ngijo, dusun Kagrengan, kec.Karangploso, kab. Malang. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian debit (Q), head (m), dan Efisiensi (%). Metode yang digunakan yaitu eksperimen menggunakan variabel tetap dengan spesifikasi pompa yang sama bermerk sanyo type PWH137C, sedangkan variabel bebas dengan variasi pipa pvc diameter 1 inch bukaan katub $90^0, 45^0$, dan pipa pvc diameter $\frac{3}{4}$ inch bukaan katub $90^0, 45^0$. Hasil pengujian yang didapat pada rangkaian seri terhadap sumur dalam sangat mempengaruhi nilai debit, head, dan efisiensi. Hasil tertinggi yang didapatkan dalam pengujian debit yaitu pada pipa diameter 1 inch bukaan 90^0 sebesar $3,004 \times 10^{-4}$. Head tertinggi didapatkan pada pipa $\frac{3}{4}$ inch bukaan katub 45^0 sebesar 14,17 m. Dan efisiensi tertinggi didapatkan pada pipa diameter $\frac{3}{4}$ bukaan 45^0 sebesar 15,19 %.

Kata Kunci : Diameter pipa Pvc, Bukaan katub, Pompa rangkaian seri.

TESTING THE CHARACTERISTICS OF SERIES CIRCUIT PUMP FOR A DEEP WELL USING 1 INCH AND ¾ INCH COMPRESSED PIPE DIAMETERS

Arief Hidayat

Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Malang
Jln. Raya Karanglo Km.2, Tasikmadu, Kec. Lowokwaru, Kota Malang Jawa Timur
E-mail: ayatyayan24@gmail.com

ABSTRACT

A pump is used to move water from a lower place to a higher place or from one place to another at certain distance, so it needs alternative energy to help expedite the taking water process. Testing the characteristics of the series circuit pump for a deep well using 1 inch and ¾ inch pipe diameters was conducted in Ngijo Village, Kagrengan Hamlet, Karangploso Sub-district, Malang District. The test included testing the discharge (Q), head (m) and efficiency (%). The method used was experimental method that has a dependent variable with the same pump specification, which was Sanyo brand type PWH137C; meanwhile, the independent variables are the variations of 1 inch PVC pipe diameter valve opening 90⁰, 45⁰ and PVC pipe diameter ¾ inch valve opening 90⁰, 45⁰. The test result which was obtained from the series circuit on a deep well greatly affects the discharge, head and efficiency values. The highest result obtained in the discharge test was on the 1 inch pipe diameter valve opening 90⁰ at 3,004x10⁻⁴. The highest head was obtained from ¾ inch pipe valve opening 45⁰ at 14,17 m. Furthermore, the highest efficiency was obtained from ¾ pipe diameter valve opening 45⁰ at 15,19 %.

Keywords: PVC pipe diameter, Valve opening, Series circuit pump.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga tahap demi tahap dalam penyusunan skripsi ini bisa terselesaikan tepat waktu. Skripsi ini disusun untuk menyelesaikan studi S-1 Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Penyusun Skripsi ini tentu tidak lepas dari adanya bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penyusun ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Kustamar, MT. Selaku Rektor ITN Malang.
2. Ibu Dr. Ellysa Nursanti, ST. MT. Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
3. Bapak Dr. I Komang Astana Widi, ST. MT. Sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 ITN Malang.
4. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT. Selaku Dosen Pembimbing Penyusunan Skripsi.
5. Bapak Eko Yohanes Setyawan, ST. MT. Sebagai Ketua Bidang Konversi Energi.
6. Bapak Mustamin, Ibu Jaenab, Abang Oni, dan Adek Nurul tercinta yang selalu memberikan dukungan baik melalui doa maupun kebutuhan finansial.
7. Rekan-rekan the or mama (Athar, Syawal, Ilham, Syarif, Fino, Baso Goin, Togi, dan Yayan) yang selalu memberi motivasi dan semangat.

Penyusun menyadari sebagai manusia biasa bahwa masih banyak kekurangan dalam skripsi ini. Untuk itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun bagi pembaca.

Malang, 27 Juli 2020
Penyusun



Arief Hidayat

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI | ii |
| BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI..... | iii |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI..... | iv |
| LEMBAR ASISTENSI | v |
| LOOK BOOK ASISTENSI..... | v |
| LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI | ix |
| ABSTRAK | x |
| ABSTRACT | xi |
| KATA PENGANTAR..... | xii |
| DAFTAR ISI..... | x |
| DAFTAR GAMBAR..... | xiii |
| DAFTAR TABEL | xv |
| DAFTAR GRAFIK | xvi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvii |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 2 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.5 Hipotesis. | 3 |
| 1.6 Manfaat Penelitian. | 3 |
| 1.7 Sistematika Penulisan. | 3 |
| 1.8 Diagram Road Map..... | 4 |

| | |
|--|-----------|
| BAB II DASAR TEORI..... | 5 |
| 2.1 Peneliti Terdahulu..... | 5 |
| 2.2 Pompa Sentrifugal..... | 9 |
| 2.3 Karakteristik Pompa | 10 |
| 2.3.1 Kapasitas (debit) (Q)..... | 10 |
| 2.3.2 Head (H)..... | 10 |
| 2.4 Persamaan Bernoulli dan Kontinuitas..... | 21 |
| 2.5 Jenis Dan Karakteristik Fluida..... | 23 |
| 2.6 Sistem Perpipaan..... | 26 |
| 2.7 Rangkaian Pompa Seri..... | 28 |
| 2.8 Metode eksperimental..... | 29 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 30 |
| 3.1 Diagram Alir Penelitian | 30 |
| 3.2 Penjelasan Diagram Alir..... | 31 |
| 3.2.1 Studi Literatur | 31 |
| 3.2.2 Persiapan Alat Dan Bahan | 31 |
| 3.2.3 Pembuatan Rangkaian Pompa Seri | 40 |
| 3.2.4 Pengujian Rangkaian Pompa Seri | 41 |
| 3.2.5 Pengambilan Data | 42 |
| 3.2.6 Pengolahan Data | 44 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 46 |
| 4.1 Data Hasil Pengujian. | 46 |
| 4.1.1 Data Hasil Pengujian Pompa Rangkaian Seri Dengan Diameter Pipa 1 Inch. | 46 |

| | |
|---|-----------|
| 4.1.2 Data Hasil Pengujian Pompa Rangkaian Seri Dengan Diameter Pipa $\frac{3}{4}$ Inch..... | 47 |
| 4.2. Analisa Data dan Pembahasan..... | 47 |
| 4.2.1 Analisa Perhitungan Data Hasil Pengujian Pompa Rangkaian Seri Diameter pipa 1 Inch dengan Bukaan Katub 90° dan Bukaan Katub 45° | 47 |
| 4.2.1 Analisa Perhitungan Data Hasil Pengujian Pompa Rangkaian Seri Diameter pipa $\frac{3}{4}$ Inch dengan Bukaan Katub 90° dan Bukaan Katub 45° | 57 |
| BAB V KESIMPULAN | 91 |
| 5.1 Kesimpulan | 91 |
| 5.2 Saran | 91 |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | 95 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Bagian Utama Pompa Sentrifugal | 10 |
| Gambar 2.2 Diagram Moody | 13 |
| Gambar 2.3 Aliran fluida di dalam <i>tee</i> T | 16 |
| Gambar 2.4 Aliran Fluida Pada Dua Buah <i>tee</i> T | 17 |
| Gambar 2.5 Pipa Bercabang Banyak, Dengan Kerugian Gesekan Namun Tanpa Kerugian Percabangan..... | 18 |
| Gambar 2.6 Notasi Pada Pipa Utama – Pipa Cabang | 19 |
| Gambar 2.7 Aliran Melalui Pipa | 20 |
| Gambar 2.8 Head Pompa | 21 |
| Gambar 2.9 Aliran Fluida Dalam Pipa..... | 22 |
| Gambar 2.10 Proses Berkembangnya Aliran Diatas Plat | 24 |
| Gambar 2.11 Perilaku Aliran Dalam Pipa..... | 25 |
| Gambar 2.12 Perbedaan Antara Aliran Laminar, Transisi, Dan Turbulen..... | 25 |
| Gambar 2.13 Rangkaian Seri Dengan Tube Bundle | 28 |
| Gambar 2.14 Kurva Performansi Rangkaian Pompa Seri..... | 28 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian | 30 |
| Gambar 3.2 Meteran..... | 32 |
| Gambar 3.3 Las Listrik | 32 |
| Gambar 3.4 Siku Ukur | 33 |
| Gambar 3.5 Bor Tangan..... | 34 |
| Gambar 3.6 Mur, Ring, dan Baut..... | 34 |
| Gambar 3.7 Pompa Sentrifugal (Sanyo) | 35 |
| Gambar 3.8 Elbow $\frac{3}{4}$ inch..... | 36 |

| | |
|--|----|
| Gambar 3.9 Teet T | 37 |
| Gambar 3.10 Fitting Reducer | 37 |
| Gambar 3.11 Socket Drat Luar | 38 |
| Gambar 3.12 Valve/Katub | 38 |
| Gambar 3.13 Manometer | 39 |
| Gambar 3.14 Lem Pipa | 39 |
| Gambar 3.15 Seal Teap / Isolasi Pipa | 40 |
| Gambar 3.16 Skema Rangkaian Pompa Seri | 41 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Koefisien Gesek Pada Valve/Katub | 15 |
| Tabel 2.2 Koefisien Gesek Pada Elbow/Belokan | 15 |
| Tabel 2.3 Koefisien Gesek Pada Elbow/Belokan | 16 |
| Tabel 2.4 Sifat Air Kekentalan Dan Viskositas Kinematik Pada Tekanan Atmosfer 27 | |
| Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Pompa Rangkaian Seri Dengan Diameter Pipa 1 Inchi Pada Bukaan Katub 90 ⁰ Dan Bukaan Katub 45 ⁰ | 46 |
| Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Pompa Rangkaian Seri Dengan Diameter Pipa ¾ Inchi Pada Bukaan Katub 90 ⁰ Dan Bukaan Katub 45 ⁰ | 47 |
| Tabel 4.3 Data Hasil Perhitungan Pipa 1 Inch Bukaan Katub 90°..... | 50 |
| Tabel 4.4 Data Hasil Perhitungan Pipa 1 Inch Bukaan Katub 45°..... | 54 |
| Tabel 4.5 Data Hasil Perhitungan Diameter Pipa ¾ Inch Bukaan Katub 90 ⁰ | 59 |
| Tabel 4.6 Data Hasil Perhitungan Diameter Pipa ¾ Inch Bukaan Katub 45 ⁰ | 64 |

DAFTAR GRAFIK

| | |
|---|----|
| Grafik 4.1 Q ($3,004 \times 10 \text{ m}^3/\text{s}$) Dan Head (13,11 m) Untuk Diameter Pipa 1 Inch Dengan Bukaan Katub 90° | 51 |
| Grafik 4.2 Q ($2,946 \times 10 \text{ m}^3/\text{s}$) Dan Head (13,05 m) Untuk Diameter Pipa 1 Inch Dengan Bukaan Katub 45° | 56 |
| Grafik 4.3 Q ($2,930 \times 10 \text{ m}^3/\text{s}$) dan Head (13,74 m) Untuk Diameter Pipa $\frac{3}{4}$ Inch Dengan Bukaan Katub 90° | 61 |
| Grafik 4.4 Q ($2,904 \times 10 \text{ m}^3/\text{s}$) dan Head (14,17 m) Untuk Diameter Pipa 1 Inch Dengan Bukaan Katub 45° | 66 |
| Grafik 4.5 Perbandingan Pipa 1 Inch Bukaan Katub 90° Dan Bukaan Katub 45° | 78 |
| Grafik 4.6 Perbandingan Pipa $\frac{3}{4}$ Inch Bukaan Katub 90° Dan Bukaan Katub 45° | 90 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|-----|
| Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup..... | 95 |
| Lampiran 2 Surat Bimbingan Skripsi..... | 96 |
| Lampiran 3 Tabel Hasil Pengolahan | 97 |
| Lampiran 4 Dokumentasi Kegiatan | 103 |