



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI</b>	<b>iii</b>
<b>NASKAH SOAL TUGAS AKHIR</b>	<b>v</b>
<b>PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN</b>	<b>xv</b>
<b>INTISARI</b>	<b>xvii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>6</b>
<b>BAB III DASAR TEORI</b>	<b>10</b>
3.1 <i>Stirling Engine</i>	10
3.3 <i>Fluidyne Engine</i>	11
3.4 <i>Quality Factor</i>	12
3.5 Prinsip Kerja Pompa Resiprokal	13
3.4 Efisiensi Termal Sistem	15
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b>	<b>18</b>
4.1 Alat dan Bahan	18



4.1.1	Komponen Utama	19
4.1.2	Komponen Pendukung	22
4.1.3	Dimensi dan Geometri	25
4.2	Variabel Penelitian	26
4.3	Diagram Alir	27
4.3.1	Prosedur Eksperimen	28
4.3.2	Metode Pengolahan Data	30
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		<b>37</b>
5.1	Karakteristik <i>Double Loop Fluidyne Engine</i>	37
5.1.1	Suhu <i>Onset</i>	37
5.1.2	Tekanan Osilasi Loop A dan Loop B	38
5.1.3	Beda Fase Osilasi Tekanan Loop A dan Loop B	40
5.1.4	Amplitudo Osilasi <i>Liquid Column</i>	42
5.1.5	Frekuensi Osilasi	41
5.2	Karakteristik Pompa Air	43
5.2.1	Pumping Displacement	44
5.2.2	Flowrate terhadap Rasio $T_H/T_C$	49
5.2.3	<i>Flowrate</i> terhadap Head	50
5.3	Efisiensi Termal	51
<b>BAB VI PENUTUP</b>		<b>53</b>
6.1	Kesimpulan	53
6.2	Saran	53
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>55</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Dimensi unit <i>double loop Fluidyne engine</i>	25
Tabel 4. 2 Sifat fluida kerja	35



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Konsumsi energi industri manufaktur UK	1
Gambar 1. 2	Skematik diagram <i>Fluidyne engine</i> dan <i>pumping line</i>	2
Gambar 1. 3	Skematik diagram <i>double loop Fluidyne engine</i>	3
Gambar 2. 1	Pompa <i>Fluidyne engine</i>	6
Gambar 2. 2	<i>Integrated two-cylinder LPSE</i>	8
Gambar 2. 3	Hasil eksperimen perbandingan panjang <i>tuning column</i> pada <i>Fluidyne engine</i> dan <i>double loop Fluidyne engine</i>	9
Gambar 3. 1	Mekanisme dan siklus kerja mesin Stirling	10
Gambar 3. 2	Konfigurasi umum <i>Fluidyne engine</i>	12
Gambar 3. 3	Analisis <i>quality factor</i> pada kurva resonansi	13
Gambar 3. 4	Mekanisme pompa resiprokal	14
Gambar 4. 1	Skematik diagram <i>double loop Fluidyne engine</i> sebagai pompa air	18
Gambar 4. 2	<i>double loop Fluidyne engine</i>	19
Gambar 4. 3	<i>Water pump</i>	20
Gambar 4. 4	<i>DC power supply</i>	21
Gambar 4. 5	<i>Water chiller</i>	22
Gambar 4. 6	<i>Thermocouple</i>	23
Gambar 4. 7	<i>Pressure Transducer</i>	24
Gambar 4. 8	<i>Spectrum FFT Analyzer</i>	24
Gambar 4. 9	Dimensi DLFE sebagai pompa air	25
Gambar 4. 10	Diagram alir penelitian	27
Gambar 4. 11	Foto <i>setup</i> DLFE sebagai pompa air	28
Gambar 4. 12	Data osilasi tekanan gas dengan gangguan awal pada perangkat lunak Dewesoft	30
Gambar 4. 13	Proses <i>curve fitting</i> spektrum FFT pada Igor Pro untuk mendapatkan frekuensi resonansi ( $f_0$ ) dan <i>bandwidth</i> ( $B$ )	31
Gambar 4. 14	Data osilasi tekanan gas saat osilasi berjalan kontinu pada perangkat lunak Dewesoft	32



Gambar 4. 15 Proses transformasi spektrum fase pada Igor Pro	33
Gambar 4. 16 Pengolahan data <i>displacement</i> osilasi kolom fluida melalui perangkat lunak Tracker	33
Gambar 4. 17 Transformasi FFT sinyal <i>displacement</i> kolom fluida menggunakan Igor Pro	34
Gambar 5. 1 Perbandingan suhu onset DLFE sebagai <i>single pump</i> dan <i>double pump</i>	37
Gambar 5. 2 Perbandingan amplitudo tekanan DLFE sebagai <i>single pump</i> dan <i>double pump</i>	38
Gambar 5. 3 Beda fase osilasi tekanan DLFE	40
Gambar 5. 4 Perbandingan frekuensi alami osilasi sistem <i>double loop Fluidyne engine</i>	41
Gambar 5. 5 Perbandingan amplitudo displacement kolom fluida pada loop ketika <i>single pump</i> dan <i>double pump</i>	42
Gambar 5. 6 Mekanisme kerja osilasi pada <i>pumping tube</i>	44
Gambar 5. 7 Pola osilasi <i>displacement</i> kolom fluida pada <i>pumping tube</i>	45
Gambar 5. 8 Grafik FFT pada osilasi perpindahan kolom fluida pompa	47
Gambar 5. 9 Grafik amplitudo <i>displacement</i> kolom fluida pada <i>pumping tube</i> ketika <i>single pump</i> dan <i>double pump</i>	48
Gambar 5. 10 Perbandingan <i>flowrate</i> pemompaan ketika <i>single pump</i> dan <i>double pump</i>	49
Gambar 5. 11 Perbandingan <i>shut-off head</i> ketika <i>single pump</i> dan <i>double pump</i>	50
Gambar 5. 12 Perbandingan <i>thermal efficiency</i> ketika <i>single pump</i> dan <i>double pump</i>	51



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Notasi	Pengertian	Satuan
$A$	Konstanta amplitudo maksimum	
$B$	Parameter lebar kurva	$\text{Hz}^2$
$d_L$	Diameter <i>looped tube</i>	mm
$d_t$	Diameter <i>tuning column</i>	mm
$d_{Pt}$	Diameter <i>pumping tube</i>	mm
$f_0$	Frekuensi alami kolom cairan tabung U	Hz
$f$	Frekuensi osilasi sistem	Hz
$g$	Percepatan gravitasi	$\text{m/s}^2$
$\Delta f$	<i>full width at half maximum</i>	Hz
$L_1$	Panjang kolom <i>liquid</i> bentuk L	mm
$L_2$	Panjang kolom <i>liquid</i> vertikal	mm
$L_3$	Panjang <i>tuning column</i>	mm
$L_{gas}$	Panjang <i>gas column</i>	mm
$L_{Pt}$	Panjang <i>pumping tube</i>	mm
$L_{Dt}$	Panjang <i>deliver tube</i>	mm
$H$	<i>Head</i>	m
$Q$	<i>Quality factor</i> redaman	
$Q_{Pump}$	Debit aktual pompa	$\text{m}^3/\text{s}$
$Q_n$	Debit pompa per siklus	$\text{m}^3/\text{siklus}$
$\dot{Q}_{in}$	Energi panas masuk per waktu	J/s
$\dot{W}_{out}$	Energi yang dihasilkan sistem per waktu	J/s
$\dot{W}_{Pump}$	Daya hidrolik pompa	J/s
$\dot{W}_{Ps}$	Daya <i>power supply</i>	Watt
$V$	Volume	$\text{m}^3$