

**STUDI DAN ANALISA *PRESSURE DROP* PADA SISTEM INSTALASI
PERPIPAAN TRANSFER MINYAK SOLAR SKALA LABORATORIUM**

SKRIPSI

BIDANG KONVERSI ENERGI

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



ANDRI MUNAWAR HIJAZ SAPUTRA

NPM. 161210063

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

2021

LEMBAR PENGESAHAN
STUDI DAN ANALISA *PRESSURE DROP* PADA SISTEM INSTALANSI
PERPIPAAN TRANSFER MINYAK SOLAR SKALA LABOLATORIUM

SKRIPSI

BIDANG KONVERSI ENERGI
Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



ANDRI MUNAWAR HIJAZ SAPUTRA
NPM. 161210063

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal Juli 2021

Pembimbing I

Pembimbing II

(Gunarto, ST., M.Eng)

(Fuazen, ST., MT)

NIDN. 0009097301

NIDN. 1122087301

Penguji I

Penguji II

(Eko Sarwono, ST.,MT)

(Dr. Doddy Irawan, M.,Eng)

NIDN. 0018106901

NIDN. 1121108001

Mengetahui:

Ketua Program Studi

(Eko Julianto, ST., M.T)

NIDN. 1118078703

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar–benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarka 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, Juli2021

Mahasiswa,

Materai
6000

Andri Munawar Hijaz Saputra
NIM.161210063

LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI

JUDUL SKRIPSI :

Studi dan Analisa *Pressure Drop* Pada Sistem Instalasi Perpipaan Transfer Minyak Solar Skala Laboratorium

Nama Mahasiswa : Andri Munawar Hijaz Saputra

NIM : 161210063

Program Studi : Teknik Mesin

Dosen Pembimbing :

Pembimbing I : Gunarto, ST.,M.Eng

Pembimbing II : Fuazen, ST., MT

Dosen Penguji :

Penguji I : Eko Sarwono, ST.,MT

Penguji II : Dr.Doddy Irawan, ST.,M.Eng

Tanggal Ujian : 9 Juli 2021

Pontianak, Juli 2021

Mengetahui

Ketua Jurusan/Ketua Program Studi

Eko Julianto, ST., M.T

NIDN. 1118078703

LEMBAR RINGKASAN

Andri Munawar Hijaz Saputra, Jurusan / Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak, Juli 2021, Studi dan Analisa *Pressure Drop* Pada Sistem Instalasi Perpipaan Transfer Minyak Solar Skala Laboratorium. Dosen Pembimbing : Gunarto dan Fuazen.

Pada studi dan analisis ini, menggunakan fluida minyak bahan bakar solar yang di transfer dengan Pompa Cairan Kental FIRMAN FDP-20 Solar dan Oli berkapasitas (minimal 25 LPM & maksimal 53 LPM) dan *Turbine Flowmeter* tipe K24 dengan rentang aliran 10 – 120 L/menit sesuai sistem jaringan perpipaan yang telah terpasang skala laboratorium menggunakan diameter pipa $\frac{3}{4}$ ". Analisis ini bertujuan untuk mengetahui kerugian – kerugian *Pressure Drop* pada sistem jaringan perpipaan transfer minyak solar dari Reservoir 1 sampai Reservoir 5 dengan sistem paksa (Pompa) dan sistem gravitasi. Analisis ini menggunakan 3 (tiga) variasi Buka-an *Valve* (BV), yaitu Buka-an *Valve* 25° , 50° dan 90° (*Full*) dengan masing – masing volume minyak solar 32 Liter (0.0320 m^3). Dari hasil analisa dengan menggunakan perhitungan *excel* didapat *Pressure Drop* Total yang paling besar terjadi di sistem jaringan perpipaan transfer minyak solar sepanjang pipa 3.80 m dari Reservoir 3 ke Reservoir 5 pada *Turbine Flowmeter* 4 dan Pompa 3 ($\Delta P_{\text{Tot, rata-rata, FM4 P3}}$) sebesar 8.008 N/m^2 . Sedangkan *Pressure Drop* Total rata – rata terkecil yang terjadi di sistem jaringan perpipaan transfer minyak solar sepanjang pipa 6.489 m dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada *Turbine Flowmeter* 2 dan Pompa 2 ($\Delta P_{\text{Tot, rata-rata, FM2 P2}}$) sebesar 0.9053 N/m^2 . Perbandingan *Pressure Drop* Total rata – rata yang terjadi di sistem jaringan perpipaan minyak solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 5 antara sistem paksa Pompa 3 sepanjang pipa 3.80 m dan sistem gravitasi sepanjang pipa 3.005 m memiliki selisih yaitu $8.008 \text{ N/m} - 2.4197 \text{ N/m} = 5,5883 \text{ N/m}$.

Kata Kunci : Pompa FIRMAN FDP20HD, *Turbine Flowmeter* K24 kapasitas, *Pressure Drop*

SUMMARY SHEET

Andri Munawar Hijaz Saputra, Department / Study Program of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Muhammadiyah Pontianak, Juli 2021, Study and Analysis of Pressure Drop in Laboratory Scale Solar Oil Transfer Piping Installation Systems. Supervisor: Gunarto and Fuazen.

In this study and analysis, using diesel fuel oil fluid which is transferred with a viscous liquid pump FIRMAN FDP-20 Solar and Oil with a capacity (maximum 25 LPM & maximum 53 LPM) and Turbine Flowmeter type K24 with a flow range of 10 - 120 L / min. according to the piping network system that has been installed on a laboratory scale using a pipe diameter of $\frac{3}{4}$ ". This analysis aims to determine pressure drop losses in the diesel oil transfer piping network system from Reservoir 1 to Reservoir 5 with a forced system (pump) and a gravity system. This analysis uses 3 (three) variations of Valve Opening (BV), namely 25° , 50° and 90° (Full) Valve Openings with 32 liters (0.0320 m^3) of diesel oil each. From the analysis using excel calculation, it was found that the greatest total pressure drop occurred in the pipeline system of diesel oil transfer along the 3.80 m pipe from Reservoir 3 to Reservoir 5 on Turbine Flowmeter 4 and Pump 3 (ΔP_{Tot} , on average, FM4 P3) of $8.008 \text{ N} / \text{m}^2$. Meanwhile, the smallest average total pressure drop that occurs in the pipeline system for transferring diesel oil along the 6,489 m pipe from Reservoir 2 to Reservoir 3 on Turbine Flowmeter 2 and Pump 2 (ΔP_{Tot} , average, FM2 P2) is $0.9053 \text{ N} / \text{m}^2$. Comparison of the average total pressure drop that occurs in the diesel oil piping network system from Reservoir 3 to Reservoir 5 between the forced Pump 3 system along the 3.80 m pipe and the gravity system along the 3.005 m pipe has a difference of $8.008 \text{ N/m} - 2.4197 \text{ N} / \text{m} = 5,5883 \text{ N/m}$.

Keywords: FIRMAN FDP20HD Pump, Turbine Flowmeter K24 capacity, Pressure Drop

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis mengucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta inayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Studi dan Analisa *Pressure Drop* Pada Sistem Perpipaan Instalasi Pada Transfer Minyak Solar Skala Laboratorium”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Pendidikan pada program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Orangtua tersayang, Ayah (Ede Abdul Rohman) Ibu (Endeh Sukaesih) yang selalu memberikan doa, semangat, dukungan materi, motivasi serta inspirasi sehingga penulis dapat menyelesaikan rencana penelitian ini.
2. Gunarto, ST., M.Eng, dan Fuazen, ST., MT, selaku dosen pembimbing Skripsi yang selalu memberikan dukungan dan saran untuk mendukung rencana penelitian ini.
3. Eko Julianto, ST., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak.
4. Saudara serta teman – teman yang selalu memberikan semangat, dukungan serta doa.

Penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat untuk pelaksanaan pembelajaran di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak, khususnya Program Studi Teknik Mesin.

Pontianak, Juli 2021

Andri Munawar Hijaz Saputra

NIM. 161210063

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR SIMBOL	xvii
DAFTAR PENGESAHAN	
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.4.1 Tujuan Umum.....	2
1.4.2 Tujuan Khusus.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.5.1 Manfaat bagi Program Studi.....	3
1.5.2 Manfaat bagi Mahasiswa	3
1.6 Metodologi Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Definisi Fluida.....	7
2.3 Karakteristik dan Tipe Aliran Fluida	7
2.3.1 Karakteristik Aliran Fluida	7
2.3.2 Tipe Aliran Fluida.....	8

2.3.3	Faktor Yang Mempengaruhi Aliran Fluida	9
2.4	Klasifikasi Fluida	10
2.4.1	Fluida Newtonian.....	10
2.4.2	Fluida Non-Newtonian	11
2.5	Sifat – sifat Dasar Fluida.....	12
2.5.1	Kerapatan (Density).....	12
2.5.2	Berat Jenis (Specific Gravity).....	13
2.5.3	Tekanan (Pressure)	14
2.5.4	Kekentalan (Viscosity).....	14
2.6	Jenis Fluida	16
2.6.1	Minyak Solar	16
2.7	Aliran Fluida Dalam Pipa.....	18
2.7.1	Persamaan Bernoulli.....	19
2.7.2	Persamaan Kontinuitas	20
2.8	Pompa	21
2.9	Pompa Sentrifugal	22
2.10	Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal.....	22
2.11	Kerugian Head	24
2.11.1	Kerugian Head Mayor.....	24
2.11.2	Kerugian Head Minor.....	27
2.12	Komponen – komponen Dalam Pipa	28
2.13	Pressure Drop.....	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		34
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	34
3.2	Bahan dan Alat Ukur.....	34
3.3	Prosedur Penelitian.....	44
3.3.1	Tahap Perencanaan Alat Uji	44
3.3.2	Proses Persiapan	45
3.3.3	Tahap Pengujian	45
3.4	Diagram Alir Penelitian	46

BAB IV PERHITUNGAN	47
4.1 Umum.....	47
4.2 Perhitungan Data	48
4.2.1 Perencanaan Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Bahan Bakar Solar Skala Laboratorium	48
4.2.2 Perkiraan Kebutuhan Minyak Bahan Bakar Solar	51
4.2.3 Kajian Perhitungan Manual Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Bahan Bakar Solar	52
4.2.4 Pengecekan Diameter Jaringan Sistem Perpipaan Transfer Minyak Solar	53
4.3 Perhitungan Kecepatan Aliran pada Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar pada Pompa 1 Skala Laboratorium.....	54
4.3.1 Perhitungan Kecepatan Aliran dan Penurunan Tekanan (<i>Pressure Drop</i>) Akibat Gesekan Sepanjang Pipa dari Reservoir 1 ke Reservoir 2 (Pompa 1)	54
4.3.2 Perhitungan Kecepatan Aliran dan Penurunan Tekanan (<i>Pressure Drop</i>) Akibat <i>Fitting</i> pada Pipa dari Reservoir 1 ke Reservoir 2 (Pompa 1)	57
4.3.3 Pembahasan Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 1 ke Reservoir 2 (Pompa 1).....	62
4.3.3.1 Data Uji Bukaan Valve 25°	62
4.3.3.2 Data Uji Bukaan Valve 50°	63
4.3.3.3 Data Uji Bukaan Valve 90°(<i>Full</i>)	65
4.3.3.4 Perbandingan Pembahasan 3 Variasi Bukaan Valve 25°, 50°, 90° Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 1 ke Reservoir 2 pada Pompa 1	66
4.4 Perhitungan Kecepatan Aliran pada Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar pada Pompa 1 Skala Laboratorium.....	66
4.4.1 Perhitungan Kecepatan Aliran dan Penurunan Tekanan (<i>Pressure Drop</i>) Akibat Gesekan Sepanjang Pipa dari Reservoir 1 ke Reservoir 2 (Pompa 1)	66

4.4.2	Perhitungan Kecepatan Aliran dan Penurunan Tekanan (<i>Pressure Drop</i>) Akibat <i>Fitting</i> pada Pipa dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 (Pompa 2)	70
4.4.3	Pembahasan Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 (Pompa 2)	76
4.4.3.1	Data Uji Bukaan Valve 25°	76
4.4.3.2	Data Uji Bukaan Valve 50°	77
4.4.3.3	Data Uji Bukaan Valve 90° (<i>Full</i>)	78
4.4.3.4	Perbandingan Pembahasan 3 Variasi Bukaan Valve 25°, 50°, 90° Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada Pompa 2	79
4.5	Perhitungan Kecepatan Aliran pada Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar pada Sistem Gravitasi Skala Laboratorium	80
4.5.1	Perhitungan Kecepatan Aliran dan Penurunan Tekanan (<i>Pressure Drop</i>) Akibat Gesekan Sepanjang Pipa dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 (Sistem Gravitasi)	80
4.5.2	Perhitungan Kecepatan Aliran dan Penurunan Tekanan (<i>Pressure Drop</i>) Akibat <i>Fitting</i> pada Pipa dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 (Sistem Gravitasi)	83
4.5.3	Pembahasan Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 (Sistem Gravitasi)	89
4.5.3.1	Data Uji Bukaan Valve 25°	89
4.5.3.2	Data Uji Bukaan Valve 50°	90
4.5.3.3	Data Uji Bukaan Valve 90° (<i>Full</i>)	91
4.5.3.4	Perbandingan Pembahasan 3 Variasi Bukaan Valve 25°, 50°, 90° Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada Sistem Gravitasi	92

4.6	Perhitungan Kecepatan Aliran pada Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar pada Pompa 3 Skala Laboratorium.....	93
4.6.1	Perhitungan Kecepatan Aliran dan Penurunan Tekanan (<i>Pressure Drop</i>) Akibat Gesekan Sepanjang Pipa dari Reservoir 3 ke Reservoir 4 (Pompa 3)	93
4.6.2	Perhitungan Kecepatan Aliran dan Penurunan Tekanan (<i>Pressure Drop</i>) Akibat <i>Fitting</i> pada Pipa dari Reservoir 3 ke Reservoir 4 (Pompa 3)	96
4.6.3	Pembahasan Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 4 (Pompa 3)	101
4.6.3.1	Data Uji Bukaan Valve 25°	101
4.6.3.2	Data Uji Bukaan Valve 50°	102
4.6.3.3	Data Uji Bukaan Valve 90°(Full)	103
4.6.3.4	Perbandingan Pembahasan 3 Variasi Bukaan Valve 25°, 50°, 90° Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 4 pada Pompa 3	104
4.7	Perhitungan Kecepatan Aliran pada Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar pada Pompa 3 Skala Laboratorium.....	105
4.7.1	Perhitungan Kecepatan Aliran dan Penurunan Tekanan (<i>Pressure Drop</i>) Akibat Gesekan Sepanjang Pipa dari Reservoir 3 ke Reservoir 5 (Pompa 3)	105
4.7.2	Perhitungan Kecepatan Aliran dan Penurunan Tekanan (<i>Pressure Drop</i>) Akibat <i>Fitting</i> pada Pipa dari Reservoir 3 ke Reservoir 5 (Pompa 3)	108
4.7.3	Pembahasan Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 5 (Pompa 3)	113
4.7.3.1	Data Uji Bukaan Valve 25°	113
4.7.3.2	Data Uji Bukaan Valve 50°	114
4.7.3.3	Data Uji Bukaan Valve 90°(Full)	115

4.7.3.4	Perbandingan Pembahasan 3 Variasi Bukaannya Valve 25°, 50°, 90° Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 5 pada Pompa 3	116
BAB V	PENUTUP	118
5.1	Kesimpulan	118
5.2	Saran	121
	DAFTAR PUSTAKA	124
	LAMPIRAN	126

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Hubungan Antara <i>Shear Stress</i> – <i>Shear Rate</i> pada Fluida Newtonian	11
Gambar 2.2 Distribusi Kecepatan <i>Bingham Plastic Fluid</i> pada pipa	12
Gambar 2.3 Penentuan Kekentalan	15
Gambar 2.4 Eksperimen Tipe Aliran	19
Gambar 2.5 Ilustrasi Persamaan Bernoulli	20
Gambar 2.6 Instalasi pompa dengan sambungan ekspansi, peredam getaran dan pipa tetap	21
Gambar 2.7 Bagian aliran fluida di dalam pompa sentrifugal	23
Gambar 2.8 Lintasan aliran cairan pompa sentrifugal	23
Gambar 2.9 Diagram Moody	25
Gambar 2.10 Total head static	30
Gambar 2.11 Total head static	31
Gambar 3.1 Tangki Air	34
Gambar 3.2 Pipa Pvc.....	35
Gambar 3.3 Filter Solar	35
Gambar 3.4 Bal Valve.....	36
Gambar 3.5 Elbow	36
Gambar 3.6 Tee.....	37
Gambar 3.7 Sock Drat Luar	37
Gambar 3.8 Pompa Firman	38
Gambar 3.9 Flowmeter.....	39
Gambar 3.10 Manometer	40
Gambar 3.11 Jangka Sorong	40
Gambar 3.12 <i>Flow Chart</i> Metode Penyelesaian Masalah.....	49
Gambar 4.1 Skema Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar	50
Gambar 4.2 Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 1 ke Reservoir 2 pada Pompa 1	54

Gambar 4.3 Grafik Hubungan Variasi Bukaannya Valve dengan Volume Minyak Solar 32 Liter Terhadap Pressure Drop Total Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 1 ke Reservoir 2 Pompa 1	61
Gambar 4.4 Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada Pompa 2	67
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Variasi Bukaannya Valve dengan Volume Minyak Solar 32 Liter Terhadap Pressure Drop Total Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 Pompa 2	75
Gambar 4.6 Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada Sistem Gravitasi	80
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Variasi Bukaannya Valve dengan Volume Minyak Solar 32 Liter Terhadap Pressure Drop Total Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 Sistem Gravitasi	88
Gambar 4.8 Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 4 pada Pompa 3	93
Gambar 4.9 Grafik Hubungan Variasi Bukaannya Valve dengan Volume Minyak Solar 32 Liter Terhadap Pressure Drop Total Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 4 Pompa 3	100
Gambar 4.10 Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 5 pada Pompa 3	105
Gambar 4.11 Grafik Hubungan Variasi Bukaannya Valve dengan Volume Minyak Solar 32 Liter Terhadap Pressure Drop Total Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 5 Pompa 3	112

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Berbagai kerapatan (<i>density</i>) bahan pada suhu 0 0 C dan tekanan 1 atm	13
Tabel 2.2 Koefisien kekentalan untuk berbagai fluida.....	16
Table 2.3 Krasteristik Biosolar	17
Tabel 2.4 Nilai kekeran dinding untuk berbagai pipa komersil	25
Tabel 2.5 Koefisien Kerugian Komponen Pipa	28
Tabel 2.6 Nilai koefisien kerugian minor <i>K</i> berbagai komponen sistem Perpipaan	29
Tabel 2.7 Kerugian gesekan air dalam ft 100 ft pipa	32
Tabel 3.1 Spesifikasi Pompa Cairan Kental FIRMAN FDP-20HD	38
Tabel 3.2 Spesifikasi Turbin Flowmeter	39
Tabel 3.3 Pengambilan Data Penelitian	43
Tabel 4.1 Spesifikasi Pompa Cairan Kental FIRMAN FDP-20 Pompa Solar dan Oli dan Turbine Flowmeter	51
Tabel 4.2 Data Hasil Pengamatan 1 Sistem Jaringan Perpipaan pada <i>Flowmeter</i> 1 dan Pompa 1	55
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Akibat Gesekan dan <i>Fitting</i> Pipa Sistem Jaringan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 1 ke Reservoir 2 pada <i>Flowmeter</i> 1 dan Pompa 1	60
Tabel 4.4 Data Hasil Pengamatan 2 Sistem Jaringan Perpipaan pada <i>Flowmeter</i> 2 dan Pompa 2	68
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Akibat Gesekan dan <i>Fitting</i> Pipa Sistem Jaringan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada <i>Flowmeter</i> 2 dan Pompa 2	74
Tabel 4.6 Data Hasil Pengamatan 3 Sistem Jaringan Perpipaan pada Metode Tampung Sistem Gravitasi	81
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Akibat Gesekan dan <i>Fitting</i> Pipa Sistem Jaringan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada Metode Tampung Sistem Gravitasi	87

Tabel 4.8 Data Hasil Pengamatan 4 Sistem Jaringan Perpipaan pada <i>Flowmeter</i> 3 dan Pompa 3	94
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Akibat Gesekan dan <i>Fitting</i> Pipa Sistem Jaringan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 4 pada <i>Flowmeter</i> 3 dan Pompa 3	99
Tabel 4.10 Data Hasil Pengamatan 5 Sistem Jaringan Perpipaan pada <i>Flowmeter</i> 4 dan Pompa 3	106
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Akibat Gesekan dan <i>Fitting</i> Pipa Sistem Jaringan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 5 pada <i>Flowmeter</i> 4 dan Pompa 3	111

DAFTAR SIMBOL

Keterangan	Simbol	Satuan
Pressure Drop	ΔP	Pa
Luas permukaan aliran	A	m^2
Perbedaan ketinggian manometer	Δh	mm
Ketinggian Manometer	h	mm
Temperatur fluida	T	$^{\circ}C$
Waktu	t	s
Volume fluida	Vol	ml
Kecepatan aliran fluida	u	m/s
Diameter pipa	D_{i_n}	mm
Debit fluida	Q	m^3/s
Kecepatan gravitasi	g	m/s^2
Viskositas	μ	Ns/m
Massa jenis	ρ	Kg/m^3
Massa	m	Kg
<i>Enthalpy</i> masuk	h_1	Kj/Kg
<i>Enthalpy</i> keluar	h_2	Kj/Kg
Kerugian Gesekan	h_f	m
Bilangan <i>Reynold</i>	Re	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Memasuki era globalisasi dan pasar bebas pada saat ini, ilmu pengetahuan dan teknologi serta berbagai bentuk industri mengalami perkembangan yang cukup pesat dari hari ke hari. Hal ini dapat kita lihat melalui banyaknya industri minyak dan gas yang telah mendapatkan ijin dari migas untuk beroperasi menjalani penjualan bahan bakar minyak baik untuk umum ataupun industri di Indonesia. Ini tidak lepas dari peranan dan fungsi teknologi yang dapat meningkatkan kualitas dan mutu dari produk yang dihasilkan.

Bahan bakar minyak dan gas menjadi sesuatu hal yang penting untuk dipergunakan oleh masyarakat dan industri untuk meningkatkan perekonomian nasional, dimana masyarakat sekarang ini sudah menjadikan hal tersebut sebagai sesuatu yang mutlak dilihat dari segi pelayanan maupun mutu dari produk bahan bakar tersebut. Besarnya rasa kebutuhan terutama dikalangan masyarakat yang mendorong semakin menjamurnya keberadaan stasiun pengisian bahan bakar minyak baik milik pemerintah maupun perorangan.

Dikalangan perindustrian maupun masyarakat telah banyak stasiun pengisian bahan bakar minyak terutama di Kalimantan Barat yang menggunakan sistem aliran pipa untuk pengaliran fluida dari tangki timbun ke mesin digital pertamina maupun pertamini. Pipa – pipa tersebut mutlak diperlukan sebagai alat untuk mengalirkan fluida yang akan dipergunakan di masyarakat maupun industri.

Di dalam suatu aliran yang melewati sistem atau instalasi pipa maka akan menjadi hambatan aliran, hambatan tersebut diakibatkan oleh faktor – faktor bentuk instalasi. Hambatan aliran akan menyebabkan turunnya energi dari fluida tersebut yang sering juga disebut dengan kerugian tinggi tekan (*head loss*) atau penurunan tekanan (*pressure drop*). *Head loss* dan *pressure drop* merupakan pengaruh yang ditimbulkan karena pengaruh gesekan fluida (*friction losses*) dan perubahan pola aliran terjadi (karena fluida harus mengikuti bentuk dari dinding pipa).

Dari hasil penelitian di atas menjadikan ketertarikan tersendiri bagi penulis untuk menganalisa perubahan *pressure drop* pada system pemipaan instalasi transfer minyak solar dengan skala laboratorium. Aliran minyak solar mengalami pola aliran yang berubah-ubah karena pengaruh interaksi antar fase, bilangan *Reynolds*, orientasi dan geometri pipa akan menyebabkan *pressure drop* yang berubah-ubah. Oleh karenanya penting bagi penulis untuk mengetahui dan memprediksi pola aliran yang terjadi pada instalasi transfer minyak dalam skala laboratorium.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada agar dalam penelitian ini tidak terjadi kerancuan, dengan itu peneliti dapat merumuskan permasalahan dalam penelitian ini. Adapun perumusan masalah adalah sebagai berikut :

1. Faktor apa saja yang dapat mempengaruhi *pressure drop* pada aliran pipa transfer minyak solar?
2. Seberapa besar pengaruh variasi bukaan valve yang terjadi pada kehilangan tekanan aliran fluida minyak solar terhadap *pressure drop* ?

1.3 Batasan Masalah

Pemilihan dan perancangan sistem pompa ini merupakan sistem yang bersifat kompleks, maka penelitian mempunyai batasan sebagai berikut :

1. Pompa yang dipilih adalah pompa sentrifugal jenis transfer minyak solar.
2. Diameter pipa penyaluran minyak solar berukuran $\frac{3}{4}$ inchi.
3. Penulis hanya mencari permasalahan perubahan *pressure drop* pada aliran pipa.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah dan rumusan masalah diatas, peneliti mempunyai tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini. Adapun tujuan penelitian yang hendak dicapai adalah sebagai berikut.

1.4.1 Tujuan Umum

Adapun tujuan umum yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak.
2. Mahasiswa dapat mengembangkan dan menerapkan ilmu pengetahuan yang telah diperoleh selama proses perkuliahan

1.4.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Memahami faktor – faktor penting yang mempengaruhi laju aliran fluida.
2. Memahami sistem kerja pada pompa Firman model self priming FDP-20HD Oil (sentrifugal).
3. Menghitung perubahan pressure drop yang terjadi pada aliran pipa.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat bagi Program Studi

Dapat memberikan wawasan dan manfaat dalam meningkatkan proses pembelajaran yang berkaitan dengan analisa perubahan pressure drop pada pipa transfer minyak solar skala laboratorium dalam perhitungan maupun penanganan masalah.

1.5.2 Manfaat bagi Mahasiswa

Dengan penelitian ini, diharapkan dapat meningkatkan kemampuan peneliti dalam berfikir secara objektif dan ilmiah dalam menerapkan disiplin ilmu yang telah diperoleh selama menempuh perkuliahan untuk dapat diterapkan dilapangan sebagai implementasi teori dan penunjang dunia kerja.

1.6 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Metode literatur, yaitu mencari dan mengumpulkan data – data dari buku, jurnal, artikel –artikel dan sumber pustaka lainnya yang ada hubungannya dengan permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini.

2. Studi Pustaka, merupakan langkah yang dilakukan setelah menentukan pokok permasalahan. Metode ini bertujuan untuk memperoleh teori – teori dasar dan prosedur perancangan yang berkaitan dengan materi yang ditulis.
3. Survei lapangan, dilakukan untuk memperoleh data – data yang diperlukan dalam pembuatan alat uji. Data – data ini bisa berupa data tentang pompa, perancangan pemipaan, dan material –material dari setiap komponen.
4. Pembuatan alat pengujian, pada langkah ini dilakukan penyusunan komponen untuk pembuatan instalasi pengujian yang telah direncanakan sebelumnya.

1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan penelitian ini disusun berdasarkan sistematika penulisan sebagai berikut :

- BAB I : Merupakan Pendahuluan yang berisikan Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Manfaat, dan Sistematika Penulisan.
- BAB II : Merupakan Tinjauan Pustaka berupa kajian dari penelitian terdahulu yang telah diuji kebenarannya.
- BAB III : Merupakan Metodologi Penelitian yaitu menjelaskan bagaimana penelitian dilakukan, mengungkapkan bagaimana cara mencari dan mengumpulkan data, instrument yang digunakan, dan teknik – teknik pengujian.

BAB V

PENUTUP

Padababberikutiniakandipaparkansebuahkesimpulandan saran dari hasil kajian perhitungan *Pressure Drop* padaAlat Transfer MinyakBahan Bakar Solar SkalaLaboratoriumdalam pembahasan mengenai sistem jaringanperpipaan transfer bahanbakarminyak solar menggunakanPompaCairanKentalFIRMAN FDP-20 dari Reservoir 1 ke Reservoir 2, dari Reservoir 2 ke Reservoir 3, sistem gravitasidari Reservoir 2 ke Reservoir 3, dari Reservoir 3 ke Reservoir4 dan dari Reservoir 3 ke Reservoir 5.

5.1 KESIMPULAN

Dari hasilkajianpenelitian yang dilakukan, dapatdisimpulkanbahwa terjadi perbedaan di masing – masing sistem jaringanperpipaan transfer bahanBakarminyak solar yang terpasangsesuaiinstalasidenganvariasi Data UjiBukaan Valve dari 25°, 50° dan 90°(*Full*). Adapunkesimpulansecara detail darikajian.

Penelitianiniadalahsebagaiberikut:

1. Dari hasilmasing – masing Data Uji pada SistemJaringanPerpipaan TransferMinyakBahan Bakar Solar dari Reservoir 1 sampai Reservoir 5 sistemdenganmenggunakanPompaCairanKental FIRMAN FDP-20 (Pompa 1,Pompa 2 danPompa 3) dan *Turbine Flowmeter* (TF 1, TF 2, TF 3 dan TF 4)memenuhisyarat, yaitutekanan *Turbine Flowmeter* ke masing – masing SistemJaringanPerpipaan Transfer MinyakBahan Bakar Solar tidaklebihdari 20 Bar ($2,000,000 \text{ N/m}^2$).
2. KecepatanTotal rata – rata secarateoritismenggunakanperhitungan *excel*berdasarkanhasilpengamatandanpembacaanpada*Turbine Flowmeter* (TF 1, TF 2, TF 3 dan TF 4) pada Sistem JaringanPerpipaan Transfer MinyakBahanBakar Solar denganmenggunakanPompaCairanKental FIRMAN FDP-20(Pompa 1, Pompa 2 danPompa 3) termasuk dengan sistem gravitasi.Kecepatan Total rata – rata terbesar yang terjadi di Data Uji 4 pada*TurbineFlowmeter* 3 Pompa 3 denganpanjangpipa 2.951 m, yaitusebesar 1.9327 m/s.SedangkanuntukKecepatan Total rata – rata

terendah yang terjadi di Data Uji pada *Turbine Flowmeter* 1 Pompa 1 dengan panjang pipa 6.110 m, yaitu sebesar 0.8283 m/s. Terjadinya perbedaan Kecepatan Total rata – rata dalam hal ini disebabkan Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Bahan Bakar Solar semi horizontal (Reservoir 3 ke Reservoir 4) untuk Data Uji 4 dan Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Bahan Bakar Solar dari bawah ke atas / vertikal ke atas (Reservoir 1 ke Reservoir 2) untuk Data Uji 1. Sehingga untuk Angka / Bilangan *Reynolds* Total rata – rata yang terjadi di Data Uji 4 juga besar dan Angka / Bilangan *Reynolds* Total rata – rata yang terjadi di Data Uji 1 juga rendah yang mengakibatkan Penurunan Tekanan (*Pressure Drop*) Total rata – rata ($\Delta P_{Tot, rata - rata}$) berbeda.

3. Rata – rata pola aliran yang terjadi pada sistem jaringan perpipaan transfer minyak solar skala laboratorium ini adalah Turbulen di masing – masing data pengujian dengan variasi Buka Valve 25° (BV 25°), Buka Valve 50° (BV 50°) dan Buka Valve Full (BV Full). Dan hanya ada 2 (dua) pola aliran Laminar yang terjadi pada sistem jaringan perpipaan transfer minyak solar skala laboratorium ini, yaitu di saat transfer minyak solar dari Reservoir 1 ke Reservoir 2 dan pada sistem gravitasi sepanjang pipa 2.955 m pada Data Uji 1 Buka Valve 25° (DU 1 - BV 25°).
4. Berdasarkan hasil kalkulasi secara teoritis menggunakan perhitungan excel didapatkan hasil rata – rata untuk Penurunan Tekanan (*Pressure Drop*) Total pada masing – masing pompa dan *Turbine Flowmeter* pada sistem jaringan perpipaan transfer minyak solar skala laboratorium, yaitu:
 - a. *Pressure Drop* Total rata – rata yang terjadi di sistem jaringan perpipaan transfer minyak solar dari Reservoir 1 ke Reservoir 2 pada *Turbine Flowmeter* 1 dan Pompa 1 sepanjang pipa 6.110 m ($\Delta P_{Tot, rata - rata, FM1 P1}$) didapatkan 3.1247 N/m²;
 - b. *Pressure Drop* Total rata – rata yang terjadi di sistem jaringan perpipaan transfer minyak solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3

pada *Turbine Flowmeter* 2 Pompa 2 sepanjang pipa 6.489 m ($\Delta P_{Tot, rata - rata, FM2 P2}$) didapatkan 14.2793 N/m²;

- c. *Pressure Drop* Total rata – rata yang terjadi di sistem jaringan perpipaan transfer minyak solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada sistem gravitasi sepanjang pipa 3.055 m menggunakan metode tampung ($\Delta P_{Tot, rata - rata, MT1 Grav}$) didapatkan 2.4198 N/m²;
- d. *Pressure Drop* Total rata – rata yang terjadi di sistem jaringan perpipaan transfer minyak solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 4 pada *Turbine Flowmeter* 3 pompa 3 sepanjang pipa 2.951 m ($\Delta P_{Tot, rata - rata, FM3 P3}$) didapatkan 7.3709 N/m²;
- e. *Pressure Drop* Total rata – rata yang terjadi di sistem jaringan perpipaan transfer minyak solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 5 pada *Turbine Flowmeter* 4 Pompa 3 sepanjang pipa 3.801 m ($\Delta P_{Tot, rata - rata, FM4 P3}$) didapatkan 8.0083 N/m².

Jadi Penurunan Tekanan (*Pressure Drop*) Total rata – rata terbesar yang terjadi di sistem jaringan perpipaan transfer minyak solar skala laboratorium dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada *Turbine Flowmeter* 2 dan Pompa 2 ($\Delta P_{Tot, rata - rata, FM2 P2}$) dengan panjang pipa 6.489 m sebesar 14.2792 N/m². Hal ini diakibatkan oleh faktor gesekan dalam pipa (gesekan fluida pada dinding pipa dalam) dengan pengaruh berbagai *fitting* pipa dan panjang pipa, kecepatan, viskositas minyak solar dan khususnya pengaruh sistem aliran minyak solar yang ditransfer dari menara (Reservoir 2) ke Reservoir 3 (dari atas ke bawah) yang dipaksa menggunakan Pompa 2 yang mengakibatkan kecepatan dan Angka *Reynolds* meningkat.

Sedangkan Penurunan Tekanan (*Pressure Drop*) Total rata – rata terendah yang terjadi di sistem jaringan perpipaan transfer minyak solar skala laboratorium dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada Metode Tampung Sistem Gravitasi ($\Delta P_{Tot, rata - rata, MT1 Grav}$) dengan panjang pipa 2.955 m sebesar 2.4198 N/m² walaupun dalam hal ini sama – sama diakibatkan oleh faktor gesekan dalam pipa (gesekan fluida pada dinding pipa dalam) dengan pengaruh panjang pipa, kecepatan, viskositas minyak solar akan tetapi sistem aliran minyak solar yang

ditransfer dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 dengan sistem gravitasi juga mempengaruhi termasuk ketinggian / elevasi, sehingga alirannya / kecepatan aliran juga terpengaruh (lebih kecil) dan tidak terlalu banyak dipengaruhi oleh berbagai fitting pipa sepanjang pipa.

Untuk perbandingan Penurunan Tekanan (*Pressure Drop*) Total rata – rata yang terjadi di sistem jaringan perpipaan minyak solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 antara sistem gravitasi dengan panjang pipa 6.489 m dan sistem gravitasi dengan panjang pipa 2.955 m memiliki selisih yaitu $14.2792 \text{ N/m}^2 - 2.4198 \text{ N/m}^2 = 11.8595 \text{ N/m}^2$. Jadi secara sistem gravitasi Penurunan Tekanan (*Pressure Drop*) Total rata – rata akibat gesekan dan berbagai fitting pipa lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan sistem paksa (Pompa 2) termasuk dibandingkan dengan Pompa 1 dan Pompa 3.

5.2 SARAN

Adapun saran yang diberikan dari penelitian ini dengan judul Studi dan Analisa *Pressure Drop* pada Alat Transfer Minyak Bahan Bakar Solar Skala Laboratorium yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Untuk menghasilkan data yang lebih akurat, perlumelakukan penelitian terhadap sifat dari Minyak Solar dengan menguji Minyak Solar di Laboratorium guna mendapatkan spesifikasi Minyak Solar.
2. Untuk Turbine Flowmeter yang terpasang pada sistem jaringan perpipaan transfer minyak solar skala laboratorium, disarankan dengan menggunakan Oil Flow Meter / Fuel Meter seperti yang terpasang pada skala industri dan pertambangan (Depot Pertamina & SPBU) maupun industri sistem Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) guna menghindari error yang tinggi pada saat pembacaan kapasitas / debit aliran minyak solar.
3. Jika dalam penelitian tentang *Pressure Drop* ini ada yang mau melanjutkan sebagai pembandingan, perlumerekayasa variasi diameter pipa dengan Perbesar dan Pengecilan Penampang (*Sudden Expansion* dan

Contraction) dan melakukan pengukuran tekanan pada saat *Ball Valve / Stop* Kran di tutup sehingga adapembandingan pada hasil kalkulasi *Pressure Drop*.

4. Bagaimahasiswa / mahasiswi Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak yang ingin melanjutkan kajian atau analisis terhadap Pompa Cairan Kental FIRMAN FDP-20 Pompa Solar dan Oli berkapasitas (minimal 25 LPM & maksimal 53 LPM), khususnya dari analisis atau pun kajian tentang Penurunan Tekanan (*Pressure Drop*) dengan membandingkan hasil kajian *Pressure Drop* persamaan *Darcy* ini dengan persamaan lainnya, antara lain persamaan:
 - a. Persamaan *Fanning*;
 - b. Persamaan *Darcy – Weisbach*;
 - c. Persamaan *Hazen & Williams*;
 - d. Persamaan *Benjamin Miller*;
 - e. Persamaan API RP – 14E.
5. Untuk menghasilkan *trendline* yang lebih baik, perlumelakukan pengambilan data uji dengan pengukuran rentang dan waktu yang lebih beragam dan lebih lama di atas 10 menit termasuk variasi debit minyak solar di masing – masing Reservoir 1 sampai Reservoir 3, sehingga data debit dan tekanan lebih bervariasi serta mampu menghasilkan grafik perbandingan debit minyak solar dan kecepatan terhadap *Pressure Drop* lebih baik.
6. Untuk kalkulasi perhitungan *Pressure Drop* Total pada masing – masing pengujian sistem jaringan perpipaan transfer minyak solar skala laboratorium ini, disarankan untuk membandingkan hasil perhitungan manual menggunakan *excel* dengan hasil perhitungan menggunakan Ahli Aliran Pipa (*Pipe Flow Expert*) untuk menghasilkan perhitungan aliran yang *Non Compressible Flow*.

DAFTAR PUSTAKA

- Austin H. Churh. Ir. Zulkifli Harapan. 1993. Pompa dan Blower Sentrifugal.
- Bruce r. Munson. Donald f. Young. 2009. *Sixth Edition Fundamental of Fluid Mechanics*.
- Dr. Ir. Ahmad Indra. S, Ridwan, ST, MT, Yugo Kuswantoro. Analisa Pengaruh Faktor Gesek Terhadap *Pressure Drop* Pada Pipa Baja Bergelombang Dengan *Computational Fluid Dinamycs* (CFD).
- Eswanto, Dian Syahputra. 2017. Analisa Distribusi Kapasitas Aliran Fluida di Daerah Percabangan Pada Sistem Perpipaan.
- Juhari Malau1, Tekad Sitepu2. 2012. Analisa *Pressure Drop* Pada Sistem Perpipaan Fuel Oil Boiler Pada PT.PLN Pembangkitan Sumatera Bagian Utara Sicanang – Belawan Dengan Menggunakan *Pipe Flow Expert*.
- Ir. Suharto, MT., IPM., ACPE. Editor: Prof. Dr. Indarto, DEA. 2016. Pompa Sentrifugal, Standarisasi, Teori, Pemilihan, Pembelian, Pengoprasian, *Maintenance* dan *Troubleshooting*.
- Ir. Lunni Tardia. 1920. Pompa Sentrifugal, Aplikasi Jilid 1.
- Ir. Sularso, MSME. Prof. Dr. Harou Tahara. 1996. Pompa dan Kompresor, Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan.
- Mochamad Reza Rahman. Seminar Nasional Cendekiawan 2015. Perencanaan Modifikasi Pipa Penyalur Minyak dengan Adanya Penambahan Platform Produksi.
- Mohammad Saifuddin Z dan Priyo Heru Adiwibowo. 2013. Eksperimental Karakteristik *Pressure Drop* Pada Sambungan T (*Tee*) *Contraction* Untuk Posisi Searah Dengan Variasi Sudut Kemiringan.
- Prof. Dipl. Ing. Fritz Dietzel. Ir. Dakso Sriyono. 1996. Turbin, Pompa dan Kompresor.

- Ing. A. Nouwen. B.S. Anwir. 1994. Pompa Jilid 1.
- Ing. A. Nouwen. B.S. Anwir. 1994. Pompa Jilid 2.
- Khirul Vandi Hartoro. 2016. Distribusi Tekanan Fluida Campuran Solar dan Air pada Impeler Pompa Sentrifugal.
- Rahmad Subagio, S.T., M.T. Aqli Mursadin, S.T., M.T., Ph.D. 2017. Mekanik Fluida II (HMKK4310).
- Ridwan. Mekanika Fluida Dasar. Universitas Gunadarma.
- Torang Ridho Souveniergus .2011. Kerugian Jatuh Tekan (*Pressure Drop*) Pipa Mulus Acrylic \varnothing 8mm.
- Wendi Priana Negara. Perbandingan Analisis *Pressure Drop* Pada Pipa Lengkung 90° Standar Ansi B36.10 Dengan *COSMOSfloWorks* 2007.

LAMPIRAN 1 : Data Penelitian

A. DATA PENGAMATAN 1 (TURBINE FLOWMETER 1 POMPA 1)

SISTEM TRANSFER MINYAK DARI RESERVOIR 1 KE RESERVOIR 2 (POMPA 1)																
No.	Volume Minyak Reservoir 1 (V= ... Liter)	Bukaan Valve (°)	Diamter Pipa (f= ... Inchi)	Waktu Pengambilan Data (t= ... Menit)	Panjang Pipa (L= ... M)			Head Statis / Elevasi (H _z = ... m)			Flowmeter 1 LPM	Tekanan (Bar) = P = ... N/m ²				
					L _{hisap}	L _{tekan}	L _{total}	H _{s,1}	H _{s,2}	H _{s,Tot}		P _{Hisap}		P _{Teakan}		
												P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
1	32	25°	0,75	1	0,73	5,38	6,11	3,095	0,115	2,980	10,410	10000	55000	10000	30000	30000
2	32	50°	0,75	1	0,73	5,38	6,11	3,095	0,080	3,015	15,410	30000	20000	10000	30000	30000
3	32	Full	0,75	1	0,73	5,38	6,11	3,095	0,110	2,985	16,657	34000	15000	10000	30000	30000

B. DATA PENGAMATAN 2 (TURBINE FLOWMETER 2 POMPA 2)

SISTEM TRANSFER MINYAK DARI RESERVOIR 2 KE RESERVOIR 3 (POMPA 2)																	
No.	Volume Minyak Reservoir 2 (V= ... Liter)	Bukaan Valve (°)	Diamter Pipa (f= ... Inchi)	Waktu Pengambilan Data (t= ... Menit)	Panjang Pipa (L= ... M)			Head Statis / Elevasi (H _z = ... m)			Flowmeter 2 LPM	Tekanan (Bar) = P = ... N/m ²					
					L _{hisap}	L _{tekan}	L _{total}	H _{s,1}	H _{s,2}	H _{s,Tot}		P _{Hisap}			P _{Teakan}		
												P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
1	32	25°	0,75	1	4,805	1,684	6,489	3,095	0,010	3,085	17,775	2000	29000	30000	30000	7000	8000
2	32	50°	0,75	1	4,805	1,684	6,489	3,095	0,040	3,055	37,550	2000	29000	30000	30000	7000	8000
3	32	Full	0,75	1	4,805	1,684	6,489	3,095	0,020	3,075	39,758	2000	29000	30000	30000	7000	8000

C. DATA PENGAMATAN 3 (SISTEM GRAVITASI)

SISTEM TRANSFER MINYAK DARI RESERVOIR 2 KE RESERVOIR 3 (SISTEM GRAVITASI)												
No.	Volume Minyak Reservoir 2 (V= ... Liter)	Bukaan Valve (°)	Diamter Pipa (f= ... Inchi)	Waktu Pengambilan Data (t= ... Menit)	Panjang Pipa (L= ... M)		Head Statis / Elevasi (H _z = ... m)			Flowmeter 3 LPM	Tekanan (Bar) P = ... N/m ²	
					L _{tekan}	L _{total}	H _{s,1}	H _{s,2}	H _{s,Tot}		P _{Teakan}	
											P ₁	P ₂
1	32	25°	0,75	1	3,055	3,055	3,095	0,140	2,955	0,2529	7800	30000
2	32	50°	0,75	1	3,055	3,055	3,095	0,200	2,895	22,4517	7800	30000
3	32	Full	0,75	1	3,055	3,055	3,095	0,090	3,005	25,3755	7800	30000

D. DATA PENGAMATAN 4 (TURBINE FLOWMETER 3 POMPA 3)

SISTEM TRANSFER MINYAK DARI RESERVOIR 3 KE RESERVOIR 4 (POMPA 3)														
No.	Volume Minyak Reservoir 3 (V= ... Liter)	Bukaan Valve (°)	Diamter Pipa (f= ... Inchi)	Waktu Pengambilan Data (t= ... Menit)	Panjang Pipa (L= ... M)			Head Statis / Elevasi (H _z = ... m)			Flowmeter 3 LPM	Tekanan (Bar) = P = ... N/m ²		
					L _{hisap}	L _{tekan}	L _{total}	H _{s,1}	H _{s,2}	H _{s,Tot}		P _{Teakan}		
												P ₁	P ₂	P ₃
1	32	25°	0,75	1	1,101	1,850	2,951	0,242	0,080	0,162	17,855	16500	115000	5000
2	32	50°	0,75	1	1,101	1,850	2,951	0,242	0,025	0,217	35,887	15000	75000	5000
3	32	Full	0,75	1	1,101	1,850	2,951	0,242	0,083	0,159	45,365	15000	15000	5000

E. DATA PENGAMATAN 5 (TURBINE FLOWMETER 4 POMPA 3)

SISTEM TRANSFER MINYAK DARI RESERVOIR 3 KE RESERVOIR 5 (POMPA 3)															
No.	Volume Minyak Reservoir 3 (V= ... Liter)	Bukaan Valve (°)	Diamter Pipa (f= ... Inchi)	Waktu Pengambilan Data (t= ... Menit)	Panjang Pipa (L= ... M)			Head Statis / Elevasi (H _z = ... m)			Flowmeter 3 LPM	Tekanan (Bar) = P = ... N/m ²			
					L _{hisap}	L _{tekan}	L _{total}	H _{s,1}	H _{s,2}	H _{s,Tot}		P _{Teakan}			
												P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
1	32	25°	0,75	1	1,101	2,70	3,80	0,242	0,130	0,112	15,730	25000	85000	65000	9500
2	32	50°	0,75	1	1,101	2,70	3,80	0,242	0,070	0,172	35,530	15000	50000	15000	9000
3	32	Full	0,75	1	1,101	2,70	3,80	0,242	0,041	0,201	39,360	1500	1500	7500	8500

LAMPIRAN 2 : Analisa dan Perhitungan Data Penelitian *Turbine Flowmeter 1*
Pompa 1

Analisa dan Perhitungan Data Penelitian Tekanan (*Pressure Drop*)

POMPA 1 (RESERVOIR 1 KE RESERVOIR 2)

ANALISA DATA PENGUJIAN PERTAMA

Debit Aliran Variasi I ($Q_{Var,I}$)	:	624,420	Liter/Jam	0,62442	M ³ /Jam	0,0001735	M ³ /Detik
Debit Aliran Variasi II ($Q_{Var,II}$)	:	924,600	Liter/Jam	0,9246	M ³ /Jam	0,0002568	M ³ /Detik
Debit Aliran Variasi III ($Q_{Var,III}$)	:	999,420	Liter/Jam	0,99942	M ³ /Jam	0,0002776	M ³ /Detik
Diameter Pipa (D)	:	0,75	Inchi	0,0191	M		
Panjang Pipa (L)	:	6,11	CM	0,0611	M		
Koefisien Belokan (Elbow) 90° (KL)	:	0,3					
Koefisien Belokan (Elbow) 45° (KL)	:	0,2					
Koefisien Tee Lurus (KL)	:	0,2					
Koefisien Tee Belok (KL)	:	1,0					
Koefisien Ball Valve (KL)	:	0,05					
Temperatur Minyak (T)	:	32,50	°C				
Density Minyak / Berat Jenis Minyak (r) 15°C	:	871,30	Kg/m ³				
Viskositas Kinematik Minyak (μ) 40°C	:	0,0000045	M ² /s	MAKSIMUM	2,0	0,000002	MINIMUM
Viskositas Dinamik Minyak (μ) 40°C	:	0,0045	Kg/m.s	MAKSIMUM	2,0	0,000002	MINIMUM
Gravitasi (g)	:	9,81	M/s ²				
Jumlah Elbow (Elbow) 90° (NE I)	:	5					
Jumlah Elbow (Elbow) 45° (NE II)	:	4					
Jumlah Tee (NT I)	:	6					
Jumlah Ball Valve (NBV I)	:	2					
Koefisien Turbine Flowmeter (KL)	:	0,9					
Koefisien Water Filter Cartridge (KL)	:	0,2					
Jumlah Turbine Flowmeter (NTF I)	:	1					
Jumlah Water Filter Cartridge (NFC I)	:	1					
Nilai C untuk Pipa PVC 3/4"	:	120					

Konversi Satuan

1	Bar	:	100000	N/m ²	0,986923	Atm
1	MM ² /s	:	0,000001	M ² /s		
1	Atm	:	1,01325	Bar		
1	cSt	:	0,000001	M ² /s		
1	cSt	:	0,001	Kg/m.s		

Lanjutan Analisa dan Perhitungan Data Penelitian *Turbine Flowmeter* 1 Pompa 1

SPESIFIKASI POMPA MINYAK						
Kecepatan Pompa Minyak Solar Suction / Hisap						
Diameter Pipa (D)		0,75	Inchi	0,0191	M	
Debit Aliran Pompa Minyak Maksimum (Q)	:	0	Liter/Jam	0,00000	M ³ /Jam	0,000 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0,000286	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Suction (V _S)	:	0,0000	M/Detik			
Kecepatan Pompa Minyak Solar Discharge / Buang						
Flowmeter 1						
Diameter Pipa (D)	:	0,75	Inchi	0,0191	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	624,42	Liter/Jam	0,6244	M ³ /Jam	0,0002 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0,000286	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	0,6089	M/Detik			
Flowmeter 1						
Diameter Pipa (D)	:	0,75	Inchi	0,0191	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	924,6	Liter/Jam	0,9246	M ³ /Jam	0,0003 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0,000286	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	0,9016	M/Detik			
Flowmeter 1						
Diameter Pipa (D)	:	0,75	Inchi	0,0191	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	999,42	Liter/Jam	0,9994	M ³ /Jam	0,0003 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0,0003	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	0,9745	M/Detik			
Konversi Satuan						
1	L/menit	:	0,0000167	M ³ /sec		
1	m ³ /menit	:	0,0166667	m ³ /sec		
1	menit	:	60	detik		
1	jam	:	3600	detik		
1	jam	:	60	menit		
1	ATM	:	1	BAR	10	M

HASIL PERHITUNGAN DENGAN 3 (TIGA) VARIASI DEBIT MINYAK PADA POMPA I

No.	Bukaan Valve (°)	Luas Penampang (A= ... m ²)	Debit Aliran (Q= ... m ³ /s)	Kecepatan Aliran (n = ... m/s)	Angka Reynold (Re = ...)	Faktor Gesek (f= ...)	Faktor Gesek Pipa Halus (f = ...)	Jenis Aliran
1	25°	0,000285	0,0001735	0,6089	2.245,768	0,0285	0,0459	Turbulen
2	50°	0,000285	0,0002568	0,9016	3.325,385	0,0192	0,0416	Turbulen
3	Full	0,000285	0,0002776	0,9745	3.594,480	0,0178	0,0408	Turbulen

PRESSURE DROP FITTING

HASIL PERHITUNGAN PRESSURE DROP FITTING DENGAN 3 (TIGA) VARIASI DEBIT MINYAK PADA POMPA I

No.	PRESSURE DROP FITTING						Pressure Drop Fitting Total (DP _{Fitting,Tot} = ... N/m ²)
	Pressure Drop Elbow 90° (DP _{e,Elbow 90°} = ... N/m ²)	Pressure Drop Elbow 45° (DP _{e,Elbow 45°} = ... N/m ²)	Pressure Drop Tee (DP _{Tee} = ... N/m ²)	Pressure Drop Ball Valve (DP _{Ball Valve} = ... N/m ²)	Pressure Drop Turbine Flowmeter (DP _{T.Flowmeter} = ... N/m ²)	Pressure Drop Filter Catridge (DP _{F.Catridge} = ... N/m ²)	
1	0,0283	0,0151	0,0227	0,0019	0,0172	0,0038	0,0890
2	0,0621	0,0331	0,0497	0,0041	0,0376	0,0083	0,1950
3	0,0726	0,0387	0,0581	0,0048	0,0439	0,0097	0,2279

PRESSURE DROP GESEKAN & TOTAL

HASIL PERHITUNGAN PRESSURE DROP TOTAL DENGAN 3 (TIGA) VARIASI DEBIT MINYAK (POMPA I)

No.	PRESSURE DROP TOTAL	
	Pressure Drop Gesekan (DP _f = ... N/m ²)	Pressure Drop Total (DP _{Tot} = ... N/m ²)
1	0,2351	0,32
2	0,4674	0,66
3	0,5355	0,76

LAMPIRAN 3 : Perhitungan *Pressure Drop* Transfer Minyak Pertama dari Reservoir I ke Reservoir II Pompa I

Lampiran 4 : Analisa dan Perhitungan Data Penelitian *Turbine Flowmeter 2*
 Pompa 2

Analisa dan Perhitungan Data Penelitian Tekanan (*Pressure Drop*)

POMPA 2 (RESERVOIR 2 KE RESERVOIR 3)

ANALISA DATA PENGUJIAN KEDUA

Debit Aliran Variasi I ($Q_{var,I}$)	:	1.122,000	Liter/Jam	1,122	M^3/Jam	0,0003117	$M^3/Detik$
Debit Aliran Variasi II ($Q_{var,II}$)	:	2.301,000	Liter/Jam	2,301	M^3/Jam	0,0006392	$M^3/Detik$
Debit Aliran Variasi III ($Q_{var,III}$)	:	2.417,400	Liter/Jam	2,4174	M^3/Jam	0,0006715	$M^3/Detik$
Diameter Pipa (D)	:	0,75	Inchi	0,01905	M		
Panjang Pipa (L)	:	648,9	CM	6,4890	M		
Koefisien Belokan (Elbow) 90° (KL)	:	0,3					
Koefisien Belokan (Elbow) 45° (KL)	:	0,2					
Koefisien Tee Lurus (KL)	:	0,2					
Koefisien Tee Belok (KL)	:	1,0					
Koefisien Ball Valve (KL)	:	0,05					
Temperatur Minyak (T)	:	33,00	°C				
Density Minyak / Berat Jenis Minyak (ρ) 15°C	:	871,70	Kg/m^3				
Viskositas Kinematik Minyak (ν) 40°C	:	0,0000045	M^2/s	MAKSIMUM	2,0	0,000002	MINIMUM
Viskositas Dinamik Minyak (μ) 40°C	:	0,0045	$Kg/m.s$	MAKSIMUM	2,0	0,000002	MINIMUM
Gravitasi (g)	:	9,81	M/s^2				
Jumlah Elbow (Elbow) 90° (NE I)	:	4					
Jumlah Elbow (Elbow) 45° (NE II)	:	4					
Jumlah Tee (NT I)	:	8					
Jumlah Ball Valve (NBV I)	:	4					
Koefisien Turbine Flowmeter (KL)	:	0,9					
Koefisien Water Filter Cartridge (KL)	:	0,2					
Jumlah Turbine Flowmeter (NTF I)	:	1					
Jumlah Water Filter Cartridge (NFC I)	:	0					
Nilai C untuk Pipa PVC 3/4"	:	120					

Konversi Satuan

1	Bar	:	100000	N/m^2	0,986923	Atm
1	MM^2/s	:	0,000001	M^2/s		
1	Atm	:	1,01325	Bar		
1	cSt	:	0,000001	M^2/s		
1	cSt	:	0,001	$Kg/m.s$		

Lanjutan Analisa dan Perhitungan Data Penelitian *Turbine Flowmeter* 2 Pompa 2

SPESIFIKASI POMPA MINYAK						
Kecepatan Pompa Minyak Solar Suction / Hisap						
Diameter Pipa (D)	:	0,75	Inchi	0,01905	M	
Debit Aliran Pompa Minyak Maksimum (Q)	:	0	Liter/Jam	0,00000	M ³ /Jam	0,000 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0,000285	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Suction (V _S)	:	0,0000	M/Detik			
Kecepatan Pompa Minyak Solar Discharge / Buang						
Flowmeter 1						
Diameter Pipa (D)	:	0,75	Inchi	0,01905	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	624,42	Liter/Jam	0,6244	M ³ /Jam	0,00017 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0,000285	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	0,6089	M/Detik			
Flowmeter 1						
Diameter Pipa (D)	:	0,75	Inchi	0,01905	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	924,6	Liter/Jam	0,9246	M ³ /Jam	0,00026 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0,000285	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	0,9016	M/Detik			
Flowmeter 1						
Diameter Pipa (D)	:	0,75	Inchi	0,01905	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	999,42	Liter/Jam	0,9994	M ³ /Jam	0,00028 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0,0003	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	0,9745	M/Detik			
Konversi Satuan						
1	L/menit	:	0,0000167	M ³ /sec		
1	m ³ /menit	:	0,0166667	m ³ /sec		
1	menit	:	60	detik		
1	jam	:	3600	detik		
1	jam	:	60	menit		
1	ATM	:	1	BAR	10	M

HASIL PERHITUNGAN DENGAN 3 (TIGA) VARIASI DEBIT MINYAK PADA POMPA II

No.	Bukaan Valve (°)	Luas Penampang (A= ... m ²)	Debit Aliran (Q= ... m ³ /s)	Kecepatan Aliran (n = ... m/s)	Angka Reynold (Re = ...)	Faktor Gesek (f = ...)	Faktor Gesek Pipa Halus (f = ...)	Jenis Aliran
1	25°	0,00028	0,0003117	1,0940	4.037,1999	0,0159	0,0396	Turbulen
2	50°	0,00028	0,0006392	2,2436	8.279,4981	0,0077	0,0331	Turbulen
3	Full	0,00028	0,0006715	2,3571	8.698,3306	0,0074	0,0327	Turbulen

PRESSURE DROP FITTING

HASIL PERHITUNGAN PRESSURE DROP FITTING DENGAN 3 (TIGA) VARIASI DEBIT MINYAK PADA POMPA II

No.	PRESSURE DROP FITTING						Pressure Drop Fitting Total (DP _{Fitting, Tot} = ... N/m ²)
	Pressure Drop Elbow 90° (DP _{eElbow 90°} = ... N/m ²)	Pressure Drop Elbow 45° (DP _{eElbow 45°} = ... N/m ²)	Pressure Drop Tee (DP _{Tee} = ... N/m ²)	Pressure Drop Ball Valve (DP _{Ball Valve} = ... N/m ²)	Pressure Drop Turbine Flowmeter (DP _{T.Flowmeter} = ... N/m ²)	Pressure Drop Filter Cartridge (DP _{F.Cartridge} = ... N/m ²)	
1	0,0732	0,0488	0,0976	0,0122	0,0554	0,0000	0,2872
2	0,3079	0,2053	0,4105	0,0513	0,2330	0,0000	1,2079
3	0,3398	0,2265	0,4531	0,0566	0,2571	0,0000	1,3332

PRESSURE DROP GESEKAN & TOTAL

HASIL PERHITUNGAN PRESSURE DROP TOTAL DENGAN 3 (TIGA) VARIASI DEBIT MINYAK (POMPA II)

PRESSURE DROP TOTAL		
No.	Pressure Drop Gesekan (DP _f = ... N/m ²)	Pressure Drop Total (DP _{Tot} = ... N/m ²)
1	0,6966	0,9838
2	2,4483	3,6563
3	2,6692	4,0024

Lampiran 5 : Perhitungan *Pressure Drop* Transfer Minyak Kedua dari Reservoir II ke Reservoir III (Pompa 2)

LAMPIRAN 6 : Analisa dan Perhitungan Data Penelitian *Turbine Flowmeter 3*
 Pompa 3

Analisa dan Perhitungan Data Penelitian Tekanan (*Pressure Drop*)

POMPA 3 (RESERVOIR 3 KE RESERVOIR 4)

ANALISA DATA PENGUJIAN KEEMPAT

Debit Aliran Variasi I ($Q_{Var,I}$)	:	984,600	Liter/Jam	0,9846	M^3/Jam	0,0002735	$M^3/Detik$
Debit Aliran Variasi II ($Q_{Var,II}$)	:	2.124,600	Liter/Jam	2,1246	M^3/Jam	0,0005902	$M^3/Detik$
Debit Aliran Variasi III ($Q_{Var,III}$)	:	2.652,600	Liter/Jam	2,6526	M^3/Jam	0,0007368	$M^3/Detik$
Diameter Pipa (D)	:	0,75	Inchi	0,01905	M		
Panjang Pipa (L)	:	295,1	CM	2,9510	M		
Koefisien Belokan (Elbow) 90° (KL)	:	0,3					
Koefisien Belokan (Elbow) 45° (KL)	:	0,2					
Koefisien Tee Lurus (KL)	:	0,2					
Koefisien Tee Belok (KL)	:	1,0					
Koefisien Ball Valve (KL)	:	0,05					
Temperatur Minyak (T)	:	32,00	$^{\circ}C$				
Density Minyak / Berat Jenis Minyak (r) 15°C	:	871,00	Kg/m^3				
Viskositas Kinematik Minyak (μ) 40°C	:	0,0000045	M^2/s	MAKSIMUM	2,0	0,000002	MINIMUM
Viskositas Dinamik Minyak (μ) 40°C	:	0,0045	$Kg/m.s$	MAKSIMUM	2,0	0,000002	MINIMUM
Gravitasi (g)	:	9,81	M/s^2				
Jumlah Elbow (Elbow) 90° (NE I)	:	3					
Jumlah Elbow (Elbow) 45° (NE II)	:	4					
Jumlah Tee (NT I)	:	4					
Jumlah Ball Valve (NBV I)	:	2					
Koefisien Turbine Flowmeter (KL)	:	0,9					
Koefisien Water Filter Cartridge (KL)	:	0,2					
Jumlah Turbine Flowmeter (NTF I)	:	1					
Jumlah Water Filter Cartridge (NFC I)	:	0					
Nilai C untuk Pipa PVC 3/4"	:	120					

Konversi Satuan

1	Bar	:	100000	N/m^2	0,986923	Atm
1	MM^2/s	:	0,000001	M^2/s		
1	Atm	:	1,01325	Bar		
1	cSt	:	0,000001	M^2/s		
1	cSt	:	0,001	$Kg/m.s$		

Lanjutan Analisa dan Perhitungan Data Penelitian *Turbine Flowmeter* 3 Pompa 3

SPESIFIKASI POMPA MINYAK						
Kecepatan Pompa Minyak Solar Suction / Hisap						
Diameter Pipa (D)	:	0,75	Inchi	0,01905	M	
Debit Aliran Pompa Minyak Maksimum (Q)	:	0	Liter/Menit	0,0000	M ³ /Jam	0,0000 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0,00028	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Suction (V _S)	:	0,0000	M/Detik			
Kecepatan Pompa Minyak Solar Discharge / Buang						
Flowmeter 3						
Diameter Pipa (D)	:	0,75	Inchi	0,01905	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	984,6	Liter/Menit	0,9846	M ³ /Jam	0,00027 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0,00028	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	0,9601	M/Detik			
Flowmeter 3						
Diameter Pipa (D)	:	0,75	Inchi	0,01905	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	2124,6	Liter/Menit	2,1246	M ³ /Jam	0,00059 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0,00028	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	2,0716	M/Detik			
Flowmeter 3						
Diameter Pipa (D)	:	0,75	Inchi	0,01905	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	2652,6	Liter/Menit	2,6526	M ³ /Jam	0,00074 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0,00028	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	2,5865	M/Detik			
Konversi Satuan						
1	L/menit	:	0,0000167	M ³ /sec		
1	m ³ /menit	:	0,0166667	m ³ /sec		
1	menit	:	60	detik		
1	jam	:	3600	detik		
1	jam	:	60	menit		
1	ATM	:	1	BAR	10	M

LAMPIRAN 7 : Hasil Perhitungan *Pressure Drop* Transfer Minyak Keempat dari Reservoir III ke Reservoir IV (Pompa 3)

HASIL PERHITUNGAN PRESSURE DROP DENGAN 3 (TIGA) VARIASI DEBIT MINYAK PADA POMPA III

No.	Bukaan Valve (°)	Luas Penampang (A= ... m ²)	Debit Aliran (Q= ... m ³ /s)	Kecepatan Aliran (V= ... m/s)	Angka Reynold (Re= ...)	Faktor Gesek (f= ...)	Faktor Gesek Pipa Halus (f= ...)	Jenis Aliran
1	25°	0,00028	0,0003	0,9601	3539,9598	0,0181	0,0410	Turbulen
2	50°	0,00028	0,0006	2,0716	7638,6336	0,0084	0,0338	Turbulen
3	Full	0,00028	0,0007	2,5865	9536,9668	0,0067	0,0320	Turbulen

PRESSURE DROP FITTING

HASIL PERHITUNGAN PRESSURE DROP FITTING DENGAN 3 (TIGA) VARIASI DEBIT MINYAK PADA POMPA III

No.	PRESSURE DROP FITTING						Pressure Drop Fitting Total (DP _{Fitting, Tot} = ... N/m ²)
	Pressure Drop Elbow 90° (DP _{eElbow 90} = ... N/m ²)	Pressure Drop Elbow 45° (DPE _{lbow 45} = ... N/m ²)	Pressure Drop Tee (DP _{Tee} = ... N/m ²)	Pressure Drop Ball Valve (DP _{Ball Valve} = ... N/m ²)	Pressure Drop Turbine Flowmeter (DP _{T.Flowmeter} = ... N/m ²)	Pressure Drop Filter Cartridge (DP _{F.Cartridge} = ... N/m ²)	
1	0,0423	0,0376	0,0376	0,0047	0,0427	0,0000	0,1648
2	0,1969	0,1750	0,1750	0,0219	0,1986	0,0000	0,7673
3	0,3069	0,2728	0,2728	0,0341	0,3096	0,0000	1,1961

PRESSURE GESEKAN & TOTAL

No.	PRESSURE DROP TOTAL	
	Pressure Drop Gesekan (DP _F = ... N/m ²)	Pressure Drop Total (DP _{Tot} = ... N/m ²)
1	0,2519	0,0470
2	0,9678	0,2187
3	1,4272	0,3410

LAMPIRAN 8 : Analisa dan Perhitungan Data Penelitian *Turbine* Flowmeter 4 Pompa 3

Analisa dan Perhitungan Data Penelitian Tekanan (*Pressure Drop*)

POMPA 3 (RESERVOIR 3 KE RESERVOIR 5)

ANALISA DATA PENGUJIAN KELIMA

Debit Aliran Variasi I ($Q_{Var,I}$)	:	943,800	Liter/Jam	0,9438	M^3/Jam	0,0002622	$M^3/Detik$
Debit Aliran Variasi II ($Q_{Var,II}$)	:	2.131,800	Liter/Jam	2,1318	M^3/Jam	0,0005922	$M^3/Detik$
Debit Aliran Variasi III ($Q_{Var,III}$)	:	2.361,600	Liter/Jam	2,3616	M^3/Jam	0,0006560	$M^3/Detik$
Diameter Pipa (D)	:	0,75	Inchi	0,01905	M		
Panjang Pipa (L)	:	380,1	CM	3,8010	M		
Koefisien Belokan (Elbow) 90° (KL)	:	0,3					
Koefisien Belokan (Elbow) 45° (KL)	:	0,2					
Koefisien Tee Lurus (KL)	:	0,2					
Koefisien Tee Belok (KL)	:	1,0					
Koefisien Ball Valve (KL)	:	0,05					
Temperatur Minyak (T)	:	31,00	°C				
Density Minyak / Berat Jenis Minyak (ρ) 15°C	:	870,40	Kg/m^3				
Viskositas Kinematik Minyak (μ) 40°C	:	0,0000045	M^2/s	MAKSIMUM	2,0	0,000002	MINIMUM
Viskositas Dinamik Minyak (μ) 40°C	:	0,0045	$Kg/m.s$	MAKSIMUM	2,0	0,000002	MINIMUM
Gravitasi (g)	:	9,81	M/s^2				
Jumlah Elbow (Elbow) 90° (NE I)	:	4					
Jumlah Elbow (Elbow) 45° (NE II)	:	4					
Jumlah Tee (NT I)	:	5					
Jumlah Ball Valve (NBV I)	:	3					
Koefisien Turbine Flowmeter (KL)	:	0,9					
Koefisien Water Filter Cartridge (KL)	:	0,2					
Jumlah Turbine Flowmeter (NTF I)	:	1					
Jumlah Water Filter Cartridge (NFC I)	:	0					
Nilai C untuk Pipa PVC 3/4"	:	120					

Konversi Satuan

1	Bar	:	100000	N/m^2	0,986923	Atm
1	MM^2/s	:	0,000001	M^2/s		
1	Atm	:	1,01325	Bar		
1	cSt	:	0,000001	M^2/s		
1	cSt	:	0,001	$Kg/m.s$		

Lanjutan Analisa dan Perhitungan Data Penelitian Turbine Flowmeter 4 Pompa 3

SPESIFIKASI POMPA MINYAK

Kecepatan Pompa Minyak Solar Suction / Hisap

Diameter Pipa (D)	:	0,75	Inchi	0,01905	M	
Debit Aliran Pompa Minyak Maksimum (Q)	:	0	Liter/Menit	0,0000	M ³ /Jam	0,0000
Luas Penampang Pipa (A)	:	0,00028	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Suction (V _S)	:	0,0000	M/Detik			

Kecepatan Pompa Minyak Solar Discharge / Buang

Flowmeter 2

Diameter Pipa (D)	:	0,75	Inchi	0,01905	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	943,8	Liter/Menit	0,9438	M ³ /Jam	0,00026
Luas Penampang Pipa (A)	:	0,00028	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	0,9203	M/Detik			

Flowmeter 2

Diameter Pipa (D)	:	0,75	Inchi	0,01905	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	2131,8	Liter/Menit	2,1318	M ³ /Jam	0,00059
Luas Penampang Pipa (A)	:	0,00028	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	2,0787	M/Detik			

Flowmeter 2

Diameter Pipa (D)	:	0,75	Inchi	0,01905	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	2361,6	Liter/Menit	2,3616	M ³ /Jam	0,00066
Luas Penampang Pipa (A)	:	0,00028	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	2,3027	M/Detik			

Konversi Satuan

1	L/menit	:	0,0000167	M ³ /sec		
1	m ³ /menit	:	0,0166667	m ³ /sec		
1	menit	:	60	detik		
1	jam	:	3600	detik		
1	jam	:	60	menit		
1	ATM	:	1	BAR	10	M

LAMPIRAN 9 : Hasil Perhitungan *Pressure Drop* Transfer Minyak Keempat dari Reservoir III ke Reservoir V (Pompa 3)

HASIL PERHITUNGAN DENGAN 3 (TIGA) VARIASI DEBIT MINYAK PADA POMPA III

No.	Bukaan Valve (°)	Luas Penampang (A= ... m ²)	Debit Aliran (Q= ... m ³ /s)	Kecepatan Aliran (V= ... m/s)	Angka Reynold (Re= ...)	Faktor Gesek (f= ...)	Faktor Gesek Pipa Halus (f= ...)	Jenis Aliran
1	25°	0,00028	0,0002622	0,9203	3390,9330	0,0189	0,0414	Turbulen
2	50°	0,00028	0,0005922	2,0787	7659,2402	0,0084	0,0338	Turbulen
3	Full	0,00028	0,0006560	2,3027	8484,8774	0,0075	0,0329	Turbulen

PRESSURE DROP FITTING

HASIL PERHITUNGAN PRESSURE DROP FITTING DENGAN 3 (TIGA) VARIASI DEBIT MINYAK PADA POMPA III

No.	PRESSURE DROP FITTING						Pressure Drop Fitting Total (DP _{Fitting,Tot} = ... N/m ²)
	Pressure Drop Elbow 90° (DP _{eElbow 90°} = ... N/m ²)	Pressure Drop Elbow 45° (DP _{eElbow 45°} = ... N/m ²)	Pressure Drop Tee (DP _{Tee} = ... N/m ²)	Pressure Drop Ball Valve (DP _{Ball Valve} = ... N/m ²)	Pressure Drop Turbine Flowmeter (DP _{T.Flowmeter} = ... N/m ²)	Pressure Drop Filter Cartridge (DP _{F.Cartridge} = ... N/m ²)	
1	0,0518	0,0345	0,0432	0,0065	0,0392	0,00000	0,1752
2	0,2643	0,1762	0,2202	0,0330	0,2000	0,00000	0,8937
3	0,3243	0,2162	0,2703	0,0405	0,2454	0,00000	1,0967

PRESSURE DROP GESEKAN & TOTAL

HASIL PERHITUNGAN PRESSURE DROP TOTAL DENGAN 3 (TIGA) VARIASI DEBIT MINYAK PADA POMPA III

No.	PRESSURE DROP TOTAL	
	Pressure Drop Gesekan (DP _F = ... N/m ²)	Pressure Drop Total (DP _{Tot} = ... N/m ²)
1	0,3012	0,4763
2	1,2533	2,1470
3	1,4992	2,5959

LAMPIRAN 10 : Foto Pengambilan Data Pressure Drop di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Pontianak

