

**RANCANG BANGUN DAN KAJIAN *MINOR* DAN *MAYOR LOSSES* PADA
ALAT TRANSFER MINYAK BAHAN BAKAR SOLAR SKALA
LABORATORIUM**

SKRIPSI

BIDANG KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



SUJE'I
NPM. 141210085

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONTIANAK
2020**

**RANCANG BANGUN DAN KAJIAN *MINOR* DAN *MAYOR LOSSES* PADA
ALAT TRANSFER MINYAK BAHAN BAKAR SOLAR SKALA
LABORATORIUM**

SKRIPSI

BIDANG KONVERSI ENERGI

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



SUJE'I

NPM. 141210085

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONTIANAK
2020**

LEMBAR PENGESAHAN
RANCANG BANGUN DAN KAJIAN *MINOR* DAN *MAYOR LOSSES* PADA
ALAT TRANSFER MINYAK BAHAN BAKAR SOLAR SKALA
LABORATORIUM

SKRIPSI

BIDANG KONVERSI ENERGI
Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



SUJE'I
NPM. 141210085

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal Juli 2020

Dosen Pembimbing I

Gunarto, ST., M.Eng
NIDN. 0009097301

Dosen Pembimbing II

Dr. Dody Jrawan, ST., M.Eng
NIDN. 111108001

Dosen Penguji I

Eko Sarwono, ST., MT
NIDN. 0018106901

Dosen Penguji II

Fuazen, ST., MT.
NIDN. 1122087301

Mengetahui
Dean Fakultas Teknik

Fuazen, ST., MT
NIDN. 1122083701

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS 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, Juli 2020

Mahasiswa,



Suje'i

NIM. 141210085

LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI

JUDUL SKRIPSI :

Rancang Bangun dan Kajian *Minor* dan *Major Losses* pada Alat Transfer Minyak Bahan Bakar Solar Skala Laboratorium

Nama Mahasiswa : Suje'i
NIM : 141210085
Program Studi : Teknik Mesin
Minat (bila ada) : Bidang Konversi Energi

KOMISI PEMBIMBING :


Ketua : Gunarto, ST.,M.Eng
Anggota : Dr.Doddy Irawan, ST,. M.Eng

TIM DOSEN PENGUJI :

Dosen Penguji 1 : Eko Sarwono, ST.,MT
Dosen Penguji 2 : Fuazen, ST.,MT
Dosen Penguji Saksi (Bila Ada) : _____
Tanggal Ujian : _____
SK Penguji : _____

Pontianak, Juli 2020

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik


Fuazen, ST., MT
NIDN. 1122083701

LEMBAR PERUNTUKAN

*Teriring Ucapan Terima Kasih kepada:
Ayahanda dan Ibunda tercinta*

LEMBAR RINGKASAN

Suje'i, Jurusan / Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak, ... Juli 2017, Rancang Bangun dan Kajian *Minor* dan *Major Losses* pada Alat Transfer Minyak Bahan Bakar Solar Skala Laboratorium. Dosen Pembimbing : Gunarto dan Achmad Kuntadi.

Pada rancang bangun dan kajian ini, menggunakan fluida minyak bahan bakar solar yang di transfer dengan Pompa Cairan Kental FIRMAN FDP-20 Solar dan Oli berkapasitas (manimal 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 $\frac{3}{4}$ ". Kajian ini bertujuan untuk mengetahui kerugian – kerugian *head losses mayor* dan *minor* pada system jaringan perpipaan transfer minyak solar dari Reservoir 1 sampai Reservoir 5 dengan system paksa (Pompa) dan system gravitasi. Kajian ini menggunakan 3 (tiga) variasi Bukaian *Valve* (BV), yaitu Bukaian *Valve* 25⁰, 50⁰ dan *Full* dengan masing – masing volume minyak solar 32 Liter (0.0320 m³). Dari hasil kajian dengan menggunakan perhitungan *excel* didapat *Head Loss* Total yang paling besar terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar sepanjang pipa 6.489 m dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada *Turbine Flowmeter* 2 dan Pompa 2 ($HL_{Tot,rata-rata,FM2 P2}$) sebesar 223.1826 m. Sedangkan *Head Loss* Total rata – rata terkecil yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar sepanjang pipa 6.110 m dari Reservoir 1 ke Reservoir 2 pada *Turbine Flowmeter* 1 dan Pompa 1 ($HL_{Tot,rata-rata,FM1 P1}$) sebesar 41.2122 m. Perbandingan *Head Loss* Total rata – rata yang terjadi di system jaringan perpipaan minyak solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 antara system paksa Pompa 2 sepanjang pipa 6.489 m dan system gravitasi sepanjang pipa 3.005 m memiliki selisih yaitu 223.1826 m – 26.0836 m = 197.0990 m.

Kata Kunci : Pompa FIRMAN FDP20HD, *Turbine Flowmeter* K24 kapasitas, *head loss*

LEMBAR SUMMARY

Suje'i, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Muhammadiyah Pontianak, ... July 2020, *Design and Study of Minor and Major Losses on Laboratory Scale Diesel Fuel Oil Transfer Equipment. Mentor Lecture: Gunarto and Achmad Kuntadi.*

On the design and of this study, using diesel fuel oil fluid is transfer with the viscous liquid pump FIRMAN FDP-20 Solar and Oil with a capacity (maximum of 25 LPM & a maximum of 53 LPM) and Turbine Flowmeter type K24 with a flow range of 10 - 120 LPM according to the pipeline network system that has been installed laboratory scale using a pipe diameter $\frac{3}{4}$ ". This study aims to determine the severity of major and minor head losses on the pipeline network system of diesel oil transfer from Reservoir 1 to Reservoir 5 with forced systems (pumps) and gravity systems. This study uses 3 (three) variations of Valve Openings (VO), namely Valve Openings 250, 500 and Full with each volume of diesel oil 32 liters (0.0320 m³). From the results of the study using the excel calculation, it was found that the greatest Total Head Loss occurred in the pipeline network system of diesel oil transfer the along pipe 6,489 m from Reservoir 2 to Reservoir 3 on Turbine Flowmeter 2 and Pump 2 (HL_{Tot,average, FM2 P2}) of 223.1826 m. While the smallest average Total Head Loss that occurs in the pipelinen network system of diesel oil transfer the along pipe 6.110 m from Reservoir 1 to Reservoir 2 on Turbine Flowmeter 1 and Pump 1 (HL_{Tot,average, FM1 P1}) is 41.2122 m. Comparison of the Total Head Loss that occurred in the fuel diesel pipeline Network system from Reservoir 2 to Reservoir 3 between the forced pump 2 system the along pipe 6,489 m pipe and the gravity system the along pipe 3,005 m had a difference of 223,186 m - 26,0836 m = 197,0990 m.

Keywords: FIRMAN FDP20HD pump, Turbine Flowmeter K24 capacity, head loss

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis mengucapkan kehadiran Allah SWT dan mengharap ridho yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul Rancang Bangun dan Kajian *Minor* dan *Mayor Losses* pada Alat Transfer Minyak Bahan Bakar Solar Skala Laboratorium. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi S-1 Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak. Sholawat dan salam disampaikan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, mudah-mudahan kita semua mendapatkan safaat-Nya di yaumul akhir nanti, Amin.

Penelitian ini diangkat sebagai upaya untuk merperdalam ilmu teknik – teknik mesin di Bidang Pilihan Konversi Energi.

Penyelesaian karya tulis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih serta penghargaan kepada:

1. Orang tuaku tersayang, Ayah (Jali) Ibu (Fatimah) yang selalu memberikan doa, semangat, dukungan materi, motivasi, kasih dan sayang, serta inspirasi sehingga penulis dapat menyelesaikan rencana penelitian ini.
2. Gunarto, ST., M.Eng dan Ir. Achmad Kuntadi, M,Eng, selaku dosen pembimbing Skripsi yang selalu memberikan dukungan dan saran untuk mendukung rencana penelitian ini.
3. 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 2020

Suje'i
NIM. 141210085

DAFTAR ISI

	halaman
LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR SIMBOL.....	xxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	8
2.2.1 Kerapatan / Massa Jenis (<i>Density</i>).....	8
2.2.2 Berat Jenis	9
2.2.3 Tekanan	9
2.2.4 Volume Jenis (<i>Specific Volume</i>).....	10
2.2.5 Kekentalan (<i>Viscosity</i>).....	10
2.3 Jenis Fluida Kerja	12
2.3.1 Minyak solar	12
2.4 Aliran Fluida Dalam Pipa.....	14
2.4.1 Persamaan Bernolli.....	15
2.4.2 Persamaan Kontinuitas	16
2.4.3 Angka Reynolds	17

2.5	Pompa	18
2.6	Pompa Sentrifugal	18
2.6.1	Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal	19
2.6.2	Komponen Pompa Sentrifugal.....	20
2.7	Impeler.....	21
2.7.1	<i>Shaft</i> / poros	21
2.7.2	<i>Suction Nozzel</i>	21
2.7.3	<i>Discharge Nozzel</i>	21
2.7.4	<i>Valve Casing</i>	21
2.7.5	<i>Seal</i>	22
2.7.6	<i>Bearing</i>	22
2.7.7	<i>Volute Casing</i> (rumah Spirl)	22
2.8	Karakteristik Pompa Sentrifugal.....	23
2.8.1	<i>Pressure Deflopmen</i> Dalam Pompa Sentrifugal.....	23
2.8.2	Kapasitas / Debit (Q)	23
2.9	<i>Head</i> Pompa	24
2.9.1	<i>Static Discharge Head</i>	25
2.9.2	<i>Head Statis Total</i>	25
2.9.3	<i>Gead Gesekan</i> (<i>friction Head</i>)	26
2.10	Head Loss Mayor (<i>HL</i>)	26
2.10.1	Kerugian Mayor.....	27
2.10.2	Aliran Laminar	30
2.10.3	Aliran Turbulen	30
2.11	Kerugian Minor losses.....	31
2.11.1	Ujung Masuk (Inlet) dan Ujung Keluar (Exit) Pipa	32
2.11.2	Belokan Pipa Belakang.....	33
2.11.3	Komponen-Komponen Pipa	33
2.11.4	Perubahan Penampang Pipa Mendadak.....	37
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		42
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	42

3.2	Landasan Perencanaan	42
3.3	Alat dan Bahan.....	42
3.3.1	Alat.....	43
3.3.2	Bahan	43
3.4	Perancangan Rangka.....	50
3.5	Perancangan Alat transfer Minyak	50
3.6	Spesifikasi Pompa.....	50
3.7	Prosedur Penelitian	51
3.7.1	Tahapan Persiapan	52
3.7.2	Tahapan Kalibrasi	52
3.7.3	Tahapan Pengujian.....	53
3.8	Kajian Dari Alat Uji.....	55
 BAB IV PERHITUNGAN		 61
4.1	Umum	61
4.2	Perancangan Sitem Jaringan Perpipaan Trasfer Minyak Bahan Bakar Solar Skala Labororiun	 62
4.2.1	Perkiraan Kebutuhan Minyak Bahan Bakar Solar	64
4.2.2	Kajian Perhitungan Manual Sistem Jaringan Perpipaan Trasfer Minyak Bahan Bakar Solar.....	 65
4.2.3	Pengecekan Diameter Jaringan Sistem Perpipaan Trasfer Minyak Solar.....	 66
4.3	Perhitungan Kecepatan Aliran Pada Sistem Jaringan Perpipaan Trasfer Minyak Solar Pada Pompa 1 Skala Laboratorium	 75
4.3.1	Perhitungan Kecepatan Aliran dan Head Loss Mayor Pada pipa dari Reservoir 1 Ke Reservoir 2 (pompa 1)	 75
4.3.2	Perhitungan Kecepatan Aliran dan Head Loss Minor Pada pipa dari Reservoir 1 Ke Reservoir 2 (pompa 1)	 78

4.3.3 Perhitungan <i>Head</i> Pompa Total (Aktual) dan <i>Head</i> Total pada Sistem Jaringan Perpipaan dari Reservoir 1 keReservoir 2 (Pompa1).....	80
4.3.4 Pembahasan Sistem Jaringan Perpipaan Trasfer Minyak Solar dari Reservoir 1 K Reservoir 2 Pompa 1 Solar.....	86
4.3.4.1 Data Uji 1 Buka an Valve 25°	86
4.3.4.2 Data Uji 2 Buka an Valve 50°	87
4.3.4.3 Data Uji 3 Buka an Valve Full	88
4.3.4.4 Perbandingan Pembahasan 3 Variasi Buka an Valve 25°, 50°, full Sistem Jaringan Perpipaan TransferMinyak solar Dari Reservoir 1 ke Reservoir 2 pada Pompa 1.....	89
4.4 Perhitungan Kecepatan Aliran pada Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar pada Pompa 2 Skala Laboratorium	91
4.4.1 Perhitungan Kecepatan Head loss Mayor pada Pipa dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 (pompa 2).....	91
4.4.2 Perhitungan Kecepatan Aliran dan Head loss minor pada Pipa dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 (Pompa 2)	94
4.4.3 Perhitungan Head Pompa Total (Aktual) dan Head Total pada Sistem Jaringan Perpipaan dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 (Pompa 2)	96
4.4.4 Pembahasan Sistem Jaringan Perpipaan Transfer MinyakSolar dari Reservoir 2 ke Resorvoir 3 Pompa 2.....	101
4.4.4.1 Data Uji 1 Buka an Valve 25°	101
4.4.4.2 Data Uji 2 Buka an Valve 50°	102
4.4.4.3 Data Uji 3 Buka an Valve Full	103
4.4.4.4 Perbandingan Pembahasan 3 Variasi Buka an	

Valve 25°, 50°, full Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak solar Dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada Pompa 2	104
4.5 Perhitungan Kecepatan Aliran pada Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar pada Sistem Gravitasi Skala laboratorium	16
4.5.1 Perhitungan Kecepatan Aliran Head loss Mayor pada Pipa dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 (sistem Gravitasi)	16
4.5.2 Perhitungan Kecepatan Aliran dan Head loss Minor pada Pipa dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 (sistem Gravitasi).....	109
4.5.3 Perhitungan Head Pompa Total (Aktual) dan Head Total pada Sistem Jaringan Perpipaan dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 (Sistem Gravitasi)	111
4.5.4 Pembahasan Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada Sistem Gravitasi	116
4.5.4.1 Data Uji 1 Bukaan Valve 25°	116
4.5.4.2 Data Uji 2 Bukaan Valve 50°	117
4.5.4.3 Data Uji 3 Bukaan Valve Gull.....	118
4.5.4.4 Perbandingan Pembahasan 3 Variasi Bukaan Valve 25°, 50°, full Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak solar Dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada Sistem Gravitasi.....	120
4.6 Perhitungan Kecepatan Aliran pada Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar pada Pompa 3 Skala Laboratorium.....	122
4.6.1 Perhitungan Kecepatan Aliran dan <i>Head Loss Mayor</i> pada Pipa dari Reservoir 3 ke Reservoir 4 (Pompa 3)	122

4.6.1.1 Perhitungan Kecepatan Aliran dan <i>Head Loss Minor</i> pada Pipa dari Reservoir 3 ke Reservoir 4 (Pompa 3)	125
4.6.1.2 Perhitungan <i>Head</i> Pompa Total (Aktual) dan <i>Head</i> Total pada Sistem Jaringan Perpipaan dari Reservoir 3 ke Reservoir 4 (Pompa 3).....	127
4.6.2 Pembahasan Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 4 pada Pompa 3.....	132
4.6.2.1 Data Uji 1 Bukaannya Valve 25°	132
4.6.2.2 Data Uji 2 Bukaannya Valve 50°	133
4.6.2.3 Data Uji 3 Bukaannya Valve Full.....	134
4.6.2.4 Perbandingan Pembahasan 3 Variasi Bukaannya Valve 25°, 50°, full Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak solar Dari Reservoir 3 ke Reservoir 4 pada Pompa 3.....	136
4.6.3. Perhitungan Kecepatan Head loss Mayor pada Pipa dari Reservoir 3 ke Reservoir 5 (pompa 3).....	138
4.6.3.1 Perhitungan Kecepatan Aliran dan Head loss minor pada Pipa dari Reservoir 3 ke Reservoir 5 (Pompa 3).....	141
4.6.3.3 Perhitungan Head Pompa Total (Aktual) dan Head Total pada Sistem Jaringan Perpipaan dari Reservoir 3 ke Reservoir 5 (Pompa 3)	143
4.6.4 Pembahasan Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 Pompa 2.....	148
4.6.3.1 Data Uji 1 Bukaannya Valve 25°	148
4.6.3.2 Data Uji 2 Bukaannya Valve 50°	149
4.6.3.3 Data Uji 3 Bukaannya Valve Full.....	150
4.6.3.4 Perbandingan Pembahasan 3 Variasi Bukaannya Valve 25°, 50°, full Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak solar Dari Reservoir 3 ke	

Reservoir 5 pada Pompa 3.....	152
BAB V PENUTUP.....	154
5.1 Kesimpulan.....	154
5.2 Saran.....	163
DAFTAR PUSTAKA	165
LAMPIRAN	167

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2.1. Gerak fluida pada fluida yang diam	11
Gambar 2.2. Eksperimen tipe aliran viskos: (a) aliran laminar, (b) aliran transisi, (c) aliran turbulen.....	15
Gambar 2.3. Wilayah pintu masuk, aliran yang berkembang, dan aliran yang sepenuhnya berkembang dalam sistem pipa.....	17
Gambar 2.4. Instalasi pompa dengan sambungan ekspansi, peredam getaran dan pipa tetap.....	18
Gambar 2.5. Bagian aliran fluida di dalam pompa sentrifugal.....	19
Gambar 2.6. Lintasan aliran cairan pompa sentrifugal.....	20
Gambar 2.7. Komponen utama pompa sentrifugal.....	21
Gambar 2.8. Rumah spiral pompa sentrifugal.....	22
Gambar 2.9. Pengembangan tekanan dalam pompa sentrifugal sumber	23
Gambar 2.10. <i>Total head static</i>	26
Gambar 2.11. <i>Grafik Moody</i>	31
Gambar 2.12. Koefisien kerugian berbagai bentuk ujung masuk pipa (<i>inlet</i>).....	32
Gambar 2.13. Karakter aliran di belokan dan koefisien kerugian yang terkait.....	33
Gambar 2.14. <i>Total head static</i>	35
Gambar 2.15. <i>Total head static</i>	36
Gambar 2.16. Koefisien kerugian pada perubahan pipa <i>sudden expansion</i>	38
Gambar 2.17. Koefisien kerugian pada perubahan pipa <i>sudden contraction</i>	38
Gambar 2.18. Skema variasi tekanan sepanjang instalasi perpipaan.....	39
Gambar 2.19. <i>Sudden contraction</i>	40
Gambar 3.1. Tangki air.....	44

Gambar 3.2.	Pipa Pvc.....	44
Gambar 3.3.	Pompa FIRMAN FDP20HD.....	45
Gambar 3.4.	Filter <i>Catridge</i>	45
Gambar 3.5.	<i>Turbine Flowmeter</i>	46
Gambar 3.6.	Manometer.....	46
Gambar 3.7.	Flok ring kuningan.....	47
Gambar3.8.	<i>Ball Valve</i>	47
Gambar3.9.	Jenis <i>Elbow</i>	48
Gambar3.10.	<i>Tee</i>	48
Gambar 3.11.	<i>Sock Drat</i> Luar.....	48
Gambar 4.1.	Skema Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 1 menuju Reservoir 5 Skala Laboratorium.....	64
Gambar 4.2.	Grafik Hubungan Variasi Volume Minyak Terhadap Kecepatan Hisap dan Tekan pada Hasil Kalibrasi Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak solar Reservoir 1 ke Reservoir 2	72
Gambar 4.3.	Grafik Hubungan Variasi Volume Minyak Terhadap Kecepatan Hisap dan Tekan pada Hasil Kalibrasi Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 Pompa 2.....	72
Gambar 4.4.	Grafik Hubungan Variasi Volume Minyak Terhadap Kecepatan Hisap dan Tekan pada Hasil Kalibrasi Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 4 Pompa 3.....	73
Gambar 4.5.	Grafik Hubungan Variasi Volume Minyak Terhadap Kecepatan Hisap dan Tekan pada Hasil Kalibrasi Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 5 Pompa 3.....	73
Gambar 4.6.	Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 1 ke Reservoir 2 pada Pompa 1.....	81

Gambar 4.7. Grafik Hubungan Variasi Bukaannya <i>Valve</i> dengan Volume Minyak Solar 32 Liter Terhadap <i>Head</i> Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 1 ke Reservoir 2 Pompa 1.....	85
Gambar 4.8. Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada Pompa 2.....	97
Gambar 4.9. Grafik Hubungan Variasi Bukaannya <i>Valve</i> dengan Volume Minyak Solar 32 Liter Terhadap <i>Head</i> Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 Pompa 2.....	100
Gambar 4.10. Sistem Jaringan Perpipaan <u>Transfer</u> Minyak Solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada Sistem Gravitasi.....	112
Gambar 4.11. Grafik Hubungan Variasi Bukaannya <i>Valve</i> dengan Volume Minyak Solar 32 Liter Terhadap <i>Head</i> Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 Sistem Gravitasi.....	115
Gambar 4.12. Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 4 pada Pompa 3.....	128
Gambar 4.13. Grafik Hubungan Variasi Bukaannya <i>Valve</i> dengan Volume Minyak Solar 32 Liter Terhadap <i>Head</i> Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 4 Pompa 3.....	131
Gambar 4.14. Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 5 pada Pompa 3.....	144
Gambar 4.15. Grafik Hubungan Variasi Bukaannya <i>Valve</i> dengan Volume Minyak Solar 32 Liter Terhadap <i>Head</i> Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 5 Pompa 3.....	147

DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2.1. Karakteristik Biosolar	12
Tabel 2.2. Kekasaran ekivalen untuk berbagai matrial	29
Tabel 2.3. Nilai koefisien kerugian minor K berbagai komponen sistem Perpipaann.....	34
Tabel 2.4. Kerugian gesekan air dalam ft 100 ft pipa.....	37
Tabel 3.1. Alat	43
Tabel 3.2. bahan	49
Tabel 3.3. Pompa Cairan Kental FIRMAN FDP-20HD	50
Tabel 3.3. <i>Turbine Flowmeter</i>	51
Tabel 3.5. Data Kalibrasi Debit Aliran Minyak Solar.....	56
Tabel 3.6. Pengambilan Data Penelitian.....	58
Tabel 4.1. Spesifikasi Pompa Cairan Kental FIRMAN FDP-20 Pompa Solar dan Oli dan <i>Turbine Flowmeter</i>	64
Tabel 4.2. Tipe Kecepatan Aliran Pompa Cairan Kental Kalibrasi <i>Flowmeter</i> 1 dari Reservoir 1 ke Reservoir 2 Pompa 1.....	68
Tabel 4.3. Tipe Kecepatan Aliran Pompa Cairan Kental Kalibrasi <i>Flowmeter</i> 2 dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 Pompa 2.....	69
Tabel 4.4. Tipe Kecepatan Aliran Pompa Cairan Kental Kalibrasi <i>Flowmeter</i> 3 dari Reservoir 3 ke Reservoir 4 Pompa 3.....	70
Tabel 4.5. Tipe Kecepatan Aliran Pompa Cairan Kental Kalibrasi <i>Flowmeter</i> 4 dari Reservoir 3 ke Reservoir 5 Pompa 3.....	71
Tabel 4.6. Data Hasil Pengamatan 1 Sistem Jaringan Perpipaan pada Pompa 1.....	76
Tabel 4.7. Hasil Perhitungan <i>Head Loss Mayor</i> Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 1 ke Reservoir 2 pada Pompa 1.....	83
Tabel 4.8. Hasil Perhitungan <i>Head Loss Minor</i> Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 1 ke Reservoir 2 pada Pompa 1.....	83

Tabel 4.9. Hasil Perhitungan <i>Head</i> Total Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 1 ke Reservoir 2 pada Pompa 1.....	84
Tabel 4.10. Data Hasil Pengamatan 2 Sistem Jaringan Perpipaan pada Pompa 2.....	92
Tabel 4.11. Hasil Perhitungan <i>Head Loss Mayor</i> Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada Pompa 2.....	99
Tabel 4.12. Hasil Perhitungan <i>Head Loss Minor</i> Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada Pompa 2.....	99
Tabel 4.13. Hasil Perhitungan <i>Head</i> Total Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada Pompa 2.....	100
Tabel 4.14. Data Hasil Pengamatan 3 Sistem Jaringan Perpipaan pada Sistem Gravitasi.....	107
Tabel 4.15. Hasil Perhitungan <i>Head Loss Mayor</i> Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada Sistem Gravitasi.....	114
Tabel 4.16. Hasil Perhitungan <i>Head Loss Minor</i> Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada Sistem Gravitasi.....	114
Tabel 4.17. Hasil Perhitungan <i>Head</i> Total Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada Sistem Gravitasi.....	115
Tabel 4.18. Data Hasil Pengamatan 4 Sistem Jaringan Perpipaan pada Pompa 3.....	123
Tabel 4.19. Hasil Perhitungan <i>Head Loss Mayor</i> Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 4 pada Pompa 3.....	130
Tabel 4.20. Hasil Perhitungan <i>Head Loss Minor</i> Sistem Jaringan	

Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 4 pada Pompa 3.....	130
Tabel 4.21. Hasil Perhitungan <i>Head</i> Total Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 4 pada Pompa 3.....	131
Tabel 4.22. Data Hasil Pengamatan 5 Sistem Jaringan Perpipaan pada Pompa 3.....	139
Tabel 4.23. Hasil Perhitungan <i>Head Loss Mayor</i> Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 5 pada Pompa 3.....	146
Tabel 4.24. Hasil Perhitungan <i>Head Loss Minor</i> Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 5 pada Pompa 3.....	146
Tabel 4.25. Hasil Perhitungan <i>Head</i> Total Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 5 pada Pompa 3.....	147

DAFTAR SIMBOL

Simbol = Besaran

Kerapatan / Massa jenis (*Density*)

ρ = Massa Jenis

M = Massa

V = Volume

Berat Jenis

γ = Berat Jenis Cairan

ρ = Massa Jenis

g = Percepatan Gravitasi

Tekanan

P = Tekanan

F = gaya

A = luas penampang

Volume jenis (*specific volume*)

U = Volume Jenis

v = Volume

m = massa

Kekentalan (*viscosity*)

U = Viskositas kiematis

μ = Viskositas dinamis

ρ = Massa jenis

Bilangan Reynolds

Re = Bilangan Reynolds

V = Kecepatan fluida

D = Diameter pipa

U = Viskositas kinematis fluida

Persamaan Bernoulli

- $P_{1,2}$ = Tekanan di penampang 1 dan 2
 $V_{1,2}$ = Kecepatan dipenampang 1 dan 2
 $Z_{1,2}$ = Tinggi pada permukaan 1 dan 2
 $\rho_{1,2}$ = Berat jenis 1 dan 2
 g = Gravitasi bumi

Persamaan Kontinuitas

- A_1 = Luas penampang pipa 1
 A_2 = Luas penampang pipa 2
 V_1 = Kecepatan fluida pada pipa 1
 V_2 = Kecepatan fluida pada pipa 2

Kapasitas / Debit (Q)

- Q = Kapasitas / Debit aliran
 V = Volume
 t = Waktu

Head Pompa

- H = Head total pompa
 $\frac{P}{\rho g}$ = Head tekan
 Z = Head statis total
 $\frac{v^2}{2 \cdot g}$ = Head kecepatan

- H_{loss} = Head Loss

Rumus Head Pompa

- H_s = Head Suction
 P_s = Tekanan Suction
 ρ_s = Massa jenis fluida suction
 Z_s = Head statis suction
 V_s = Kecepatan fluida suction
 g = Gravitasi
 H_{loss} = Head loss

Head statis total

Z_d = Head statis discharge

Z_s = Head statis suction

Head loss mayor

V = Kecepatan fluida

D = Diameter pipa

μ = Viskositas dinamis

ν = Viskositas kinematik

Head loss mayor (*Dearcy Weisbach*)

H_l = Head loss mayor

f = Faktor gesekan

L = Panjang pipa

D = Diameter pipa

V = Kecepatan aliran

Kekasaran mutlak

K_s = Kekasaran mutlak

K = Jenis pompa

D = Diameter pompa

Aliran laminar

F = Koefisien

Re = Bilangan Reynolds

Aliran turbulen

F = Koefisien

D = Diameter pipa

Head loss minor

D = Diameter pipa

R = Jari-jari

Θ = Sudut

Head loss mayor

h_m = Head loss minor (m)

- f = koefisien gesekan
 L = panjang pipa (m)
 K = koefisien kerugian
 v = kecepatan aliran dalam pipa (m/s)

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 : Data Ketinggian / Elevasi.....	166
Lampiran 2 : <i>Notation and Unit</i>	167
Lampiran 3 : <i>Unit Conversion Tables</i>	168
Lampiran 4 : Spesifikasi Solar & Biosolar.....	169
Lampiran 5 : <i>Recommended Velocities of Fluids in Pipelines</i>	170
Lampiran 6 : <i>Moody Diagram</i>	171
Lampiran 7 : Gambar Rancang Bangun Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar Skala Laboratorium.....	172
Lampiran 8 : Data Kalibrasi.....	173
Lampiran 9 : Hasil Kalibrasi <i>Turbine Flowmeter</i> 1 Pompa 1.....	174
Lampiran 10 : Hasil Kalibrasi <i>Turbine Flowmeter</i> 2 Pompa 2.....	176
Lampiran 11 : Hasil Kalibrasi <i>Turbine Flowmeter</i> 3 Pompa 3.....	178
Lampiran 12 : Hasil Kalibrasi <i>Turbine Flowmeter</i> 4 Pompa 3.....	180
Lampiran 13 : Data Penelitian.....	182
Lampiran 14 : Analisa dan Perhitungan Data Penelitian <i>Turbine Flowmeter</i> 1 Pompa 1.....	183
Lampiran 15: Hasil Perhitungan Kehilangan Energi (<i>Head Loss</i>) pada <i>Turbine Flowmeter</i> 1 Pompa 1.....	185
Lampiran 16 : Analisa dan Perhitungan Data Penelitian <i>Turbine Flowmeter</i> 2 Pompa 2.....	186
Lampiran 17: Hasil Perhitungan Kehilangan Energi (<i>Head Loss</i>) pada <i>Turbine Flowmeter</i> 2 Pompa 2.....	188
Lampiran 18 :Analisa dan Perhitungan Data Penelitian Manual Metode Tampung R3 Pompa 2.....	189
Lampiran 19 :Hasil Perhitungan Kehilangan Energi (<i>Head Loss</i>) pada Manual Metode Tampung R3 Pompa 2.....	191
Lampiran 20 : Analisa dan Perhitungan Data Penelitian <i>Turbine Flowmeter</i> 3 Pompa 3.....	192

Lampiran 21 :Hasil Perhitungan Kehilangan Energi (<i>Head Loss</i>) pada <i>Turbine Flowmeter 3 Pompa 3</i>	194
Lampiran 22 : Analisa dan Perhitungan Data Penelitian <i>Turbine Flowmeter 4 Pompa 3</i>	196
Lampiran 23 :Hasil Perhitungan Kehilangan Energi (<i>Head Loss</i>) pada <i>Turbine Flowmeter 4 Pompa 3</i>	197
Lampiran 24 : Dokumentasi Penelitian.....	198
Lampiran 25 : ASTM 53_MINYAK SOLAR_CARGO.....	201

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Teknologi saat ini berkembang sangat pesat seiring dengan proses globalisasi dalam segala bidang, salah satunya dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi, terutama yang berkaitan dalam hal industri sehingga sangat dibutuhkan penemuan yang inovatif, kreatif dan tepat guna, salah satunya penulis membangun sebuah alat transfer minyak bahan bakar solar dengan skala laboratorium.

Fluida adalah suatu zat yang bisa mengalami perubahan bentuknya secara continue / terus-menerus bila terkena tekanan / gaya geser walaupun relatif kecil atau bisa juga dikatakan suatu zat yang mengalir, kata fluida mencakup zat cair, gas, air dan udara karena zat-zat ini dapat mengalir. Sebaliknya batu dan benda-benda keras (seluruh zat-zat padat tidak dapat dikategorikan sebagai fluida karena zat-zat tersebut tidak bisa mengalir secara continue). Fluida adalah gugusan yang tersusun atas molekul-molekul dengan jarak pisah yang cukup besar untuk gas dan jarak pisah yang cukup kecil.

Maka fluida tersebut membutuhkan sebuah alat untuk menyuplai fluidanya agar fluida tersebut bias berpindah dari tempat yang rendah ketempat yang lebih tinggi maka fluida tersebut membutuhkan sebuah pompa agar bias terjadinya perpindahan fluida.

Sebagai alat pendukung utama penulis memerlukan sebuah pompa. Pompa merupakan suatu alat untuk memindahkan fluida dari tempat yang rendah ketempat yang lebih tinggi melalui distribusi pemipaan dimana terdapat perbedaan tekanan. Sehingga dibutuhkan pompa untuk membangkitkan perbedaan itu. Kebutuhan terhadap alat ini sangat besar karena fungsinya yang khusus dan spesifik yaitu dapat mengalirkan dan berperan sebagai pompa sirkulasi dalam satu unit plant atau dapat juga diartikan sebagai alat untuk memindahkan fluida dari suatu unit operasi ke unit operasi berikutnya. Karakteristik pompa merupakan hubungan antara tinggi tekan (*head*) kapasitas, daya dan efisiensi. Hubungan

\tinggi tekan akan digambarkan karena adanya kerugian gesekan (*head losses mayor*) dan kerugian akibat jalur pemipaan (*head losses minor*).

Di dalam suatu aliran yang melewati sistem atau instalasi pipa maka akan terjadi 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 akibat belokan *elbow*, *tee* dan panjang pipa, maka dipengaruhi oleh gesekan fluida terhadap pipa dan hambatan aliran terhadap *fitting* pipa.

Maka penulis merancang dan membangun sebuah alat transfer minyak bahan bakar solar skala laboratorium, sebagai sebuah aplikasi kecil untuk melihat bagaimana cara kerja sebuah alat transfer minyak yang ada pada umumnya yaitu pada di SPBU. Penulis membangun alat transfer minyak bahan bakar solar skala laboratorium ini sebagai simulasi bagaimana cara kerja alat tersebut, sebagai acuan penulis adalah alat transfer minyak yang ada di SPBU yang terjadinya rell di lapangan.

Penulis melakukan kajian pada dua masalah yang terjadi yaitu pada *Mayor losses* dan *Minor losses*.

Mayor losses adalah energi yang hilang sepanjang pipa lurus yang seragam dan sebanding dengan panjang pipa. *losses* ini disebabkan karena gesekan internal fluida dan juga gesekan antara fluida dan dinding saluran, maka semua pipa baik pipa halus atau pipa kasar muncul *mayor losses*.

Minor losses adalah energi yang hilang dari fluida disebabkan oleh perubahan bentuk lokal dari saluran, seperti perubahan luas penampang, katup, belokan. *Minor losses* terjadi karena aliran yang mengalir melewati bentuk lokal dari saluran mengalami perubahan kecepatan, arah atau besarnya maupun keduanya.

Dari hasil latar belakang di atas menjadikan ketertarikan tersendiri bagi penulis untuk menganalisa terjadinya *Mayor losses dan Minor losses* pada sistem pemipaan, instalasi transfer minyak bahan bakar solar dengan skala laboratorium.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas peneliti dapat merumuskan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perubahan mayor dan minor losses pada aliran system jaringan perpipaan transfer minyak solar.
2. Apa saja yang mempengaruhi mayor dan minor losses pada system jaringan perpipaan transfer minyak solar dalam pipa.
3. Bagaimana pengaruh variasi bukaan valve terhadap head losses pada system jaringan perpipaan transfer minyak solar.

1.3. Batasan Masalah

Pemilihan dan perancangan sistem pompa ini merupakan sistem yang kompleks, maka peneliti dalam hal ini membatasi beberapa hal sebagai berikut:

1. Pompa yang dipilih adalah pompa sentrifugal jenis transfer minyak.
2. Pembuatan alat uji system jaringan perpipaan transfer minyak solar hanya berskala laboratorium Prgoram Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak.
3. Permasalahan yang dicari hanya mayor dan minor losses pada aliran dalam pipa termasuk head pompa.

1.4. Tujuan

Berdasarkan masalah penelitian di atas, maka tujuan penelitian alat uji system jaringan perpipaan transfer minyak bahan bakar solar adalah sebagai berikut:

1. Tujuan umum
 - a. Banyak terjadi kerugian – kerugian tekan (*head loss*) di Depot Pertamina, Penyalur Bahan Bakar Minyak (POM) dan si system jaringan perpipaan PLTD.
 - b. Sebagai alat proses pembelajaran tentang sistem jaringan perpipaan transfer minyak solar skala laboratorium.
2. Tujuan khusus

- a. Sebagai proses pembelajaran Mengetahui komponen-komponen alat uji system jaringan perpipaan transfer minyak solar menggunakan pipa uPVC skala laboratorium.
- b. Mengetahui perbandingan kerugian-kerugian tekan (*head loss*) yang terjadi pada transfer minyak dengan sistem (pompa dan gravitasi).
- c. Melakukan kajian dalam bentuk perancangan transfer minyak solar skala laboratorium dengan menggunakan variasi bukaan valve 25⁰, 50⁰ dan *Full* dengan volume minyak solar 32 liter.
- d. Untuk melatih dalam penyusunan laporan secara sistematis.
- e. Memperoleh gambar design 2 dan 3 dimensi dan pengembangan alat transfer minyak pipa vpc skala laboratorium.

1.5. Manfaat

1.5.1. Manfaat Bagi Program Studi

Dapat memberikan wawasan dan manfaat dalam meningkatkan proses pembelajaran yang berkaitan dengan analisa rancang bangun alat transfer minyak bahan bakar solar skala laboratorium.

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 dalam dunia kerja.

1.6. Sistematika Penulisan

Penulisan Tugas Akhir / Skripsi ini meliputi beberapa bab, antara lain sebagai berikut :

BAB I : Merupakan Pendahuluan yang berisikan latar belakang permasalahan, rumusan masalah, tujuan penelitian batasan masalah, metode penelitian yang dibahas dalam tugas akhir ini, metode penulisan dalam hal ini bagaimana penulis mendapatkan informasi mengenai penelitian ini serta sistematika penulisan.

BAB II : Merupakan Tinjauan Pustaka yang terdiri dari landasan teori yang berkaitan dengan teori mekanika fluida, dan instalasi perpipaan dalam kajian minor dan mayor losses.

BAB III : Merupakan Metodologi Penelitian yaitu yang menjelaskan tentang peralatan yang digunakan, tempat dan pelaksanaan penelitian, langkah-langkah percobaan dan pengambilan data.

BAB V

PENUTUP

Pada bab berikut ini akan dipaparkan sebuah kesimpulan dan saran dari hasil perhitungan Rancang Bangun dan Kajian *Mayor – Minor Losses* pada Alat Transfer Minyak Bahan Bakar Solar Skala Laboratorium dalam pembahasan mengenai system jaringan perpipaan transfer bahan bakar minyak solar menggunakan Pompa Cairan Kental FIRMAN FDP-20 dari Reservoir 1 ke Reservoir 2, dari Reservoir 2 ke Reservoir 3, dari Reservoir 3 ke Reservoir 4 dan 5 serta 1 (satu) system gravitasi dari Reservoir 2 ke Reservoir 3.

5.1. Kesimpulan

Dari hasil rancang bangun dan kajian penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa terjadi perbedaan di masing – masing system jaringan perpipaan transfer bahan bakar minyak solar yang terpasang sesuai instalasi dengan variasi Data Uji Buka *Valve* dari 25⁰. 50⁰ dan *Full*. Adapun kesimpulan secara detail dari kajian penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Debit aliran minyak solar yang dipompakan / ditransfer melalui pompa 1, pompa 2 dan pompa 3 ke masing – masing Reservoir (Reservoir 2, Reservoir 3, Reservoir 4 & Reservoir 5) untuk memenuhi proses dari Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar Skala Laboratorium secara kalkulasi telah memenuhi standar dari spesifikasi Pompa Cairan Kental FIRMAN FDP-20 Pompa Solar dan Oli yang memiliki kapasitas maksimum sebesar 53 LPM (0.0009 m³/s). Debit aliran minyak solar rata - rata per data uji untuk *Turbine Flowmeter* 1 Pompa 1 ($Q_{rata-rata,FM1 P1}$) dengan waktu sirkulasi (t) 10 menit sebesar 0.0023 m³/s, untuk *Turbine Flowmeter* 2 Pompa 2 ($Q_{rata-rata,FM2 P2}$) sebesar 0.0054 m³/s, untuk *Turbine Flowmeter* 3 Pompa 3 ($Q_{rata-rata,FM3 P3}$) sebesar 0.0053 m³/s dan untuk *Turbine Flowmeter* 4 Pompa 3 ($Q_{rata-rata,FM4 P3}$) sebesar 0.0050 m³/s. Jadi dalam waktu sirkulasi (t) per menit untuk masing – masing debit aliran minyak solar rata – rata di bawah kapasitas maksimal dari

spesifikasi Pompa Cairan Kental FIRMAN FDP-20 Pompa Solar dan Oli, yaitu:

- a. Untuk Debit Aliran Minyak Solar rata – rata *Turbine Flowmeter* 1 Pompa 1 ($Q_{rata-rata,FM1 P1}$) = 13.6073 LPM = 0.0002 m³/s
 - b. Untuk Debit Aliran Minyak Solar rata – rata *Turbine Flowmeter* 2 Pompa 2 ($Q_{rata-rata,FM2 P2}$) = 32.4488 LPM = 0.0005 m³/s
 - c. Untuk Debit Aliran Minyak Solar rata – rata *Turbine Flowmeter* 3 Pompa 3 ($Q_{rata-rata,FM3 P3}$) = 32.0058 LPM = 0.0005 m³/s
 - d. Untuk Debit Aliran Minyak Solar rata – rata *Turbine Flowmeter* 4 Pompa 3 ($Q_{rata-rata,FM4 P3}$) = 30.2062 LPM = 0.0005 m³/s
 - e. Untuk Debit Aliran Minyak Solar rata – rata dengan Manual Metode Tampung pada Pompa 2 ($Q_{rata-rata,MT1 R3}$) = 15.2697 LPM = 0.0003 m³/s
2. Dari hasil kalkulasi untuk kecepatan pompa 1, pompa 2 dan pompa 3 yang diijinkan berdasarkan jenis pipa uPVC *Type AW Schedule Standart 40* (Standar JIS & ISO 9001 : 2000) berdiameter ¾”. Kecepatan aliran minyak solar yang sesuai dengan spesifikasi Pompa Cairan Kental FIRMAN FDP-20 Pompa Solar dan Oli dengan kapasitas aliran maksimal 53 LPM adalah 3.1007 m/s.
 3. Berdasarkan hasil kalkulasi secara teoritis menggunakan perhitungan *excel* didapatkan hasil rata – rata untuk *Head Loss Mayor* pada masing – masing pompa dan *Turbine Flowmeter* pada system jaringan perpipaan transfer minyak solar skala laboratorium, yaitu:
 - a. *Head Loss Mayor* rata – rata yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar dari Reservoir 1 ke Reservoir 2 pada *Turbine Flowmeter* 1 dan Pompa 1 sepanjang pipa 6.110 m ($HL_{Mayor,rata-rata,FM1 P1}$) didapatkan 25.5283 m
 - b. *Head Loss Mayor* rata – rata yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada *Turbine Flowmeter* 2 Pompa 2 sepanjang pipa 6.489 m ($HL_{Mayor,rata-rata,FM2 P2}$) didapatkan 128.8906 m

- c. *Head Loss Mayor* rata – rata yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 4 pada *Turbine Flowmeter 3* pompa 3 sepanjang pipa 2.951 m ($HL_{Mayor,rata-rata,FM3 P3}$) didapatkan 58.7043 m
- d. *Head Loss Mayor* rata – rata yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 5 pada *Turbine Flowmeter 4* Pompa 3 sepanjang pipa 3.801 m ($HL_{Mayor,rata-rata,FM4 P3}$) didapatkan 67.7855 m
- e. *Head Loss Mayor* rata – rata yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada system gravitasi sepanjang pipa 3.055 m menggunakan manual metode tampung ($HL_{Mayor,rata-rata,MT1 Grav}$) didapatkan 20.6225 m.

Jadi kerugian tinggi tekan (*Head Loss Mayor*) rata – rata terbesar yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar skala laboratorium dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada *Turbine Flowmeter 2* dan Pompa 2 ($HL_{Mayor,rata-rata,FM2 P2}$) dengan panjang pipa 6.489 m sebesar 128.8906 m. Hal ini diakibatkan oleh factor gesekan dalam pipa (gesekan fluida pada dinding pipa dalam) dengan pengaruh panjang pipa, kecepatan, viskositas minyak solar dan khususnya pengaruh system aliran minyak solar yang ditransfer dari menara (Reservoir 2) ke Reservoir 3 (dari atas ke bawah) yang dipaksa menggunakan Pompa 2. Sedangkan kerugian tinggi tekan (*Head Loss Mayor*) rata – rata terkecil yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar skala laboratorium dari Reservoir 1 ke Reservoir 2 pada *Turbine Flowmeter 1* dan Pompa 1 ($HL_{Mayor,rata-rata,FM1 P1}$) dengan panjang pipa 6.110 m sebesar 25.5283 m walaupun dalam hal ini sama – sama diakibatkan oleh factor gesekan dalam pipa (gesekan fluida pada dinding pipa dalam) dengan pengaruh panjang pipa, kecepatan, viskositas minyak solar akan tetapi system aliran minyak solar yang ditransfer dari Reservoir 1 menuju menara (Reservoir 2) dengan system paksa Pompa 1 (dari bawah ke atas) juga

mempengaruhi termasuk ketinggian / elevasi, sehingga laju aliran / kecepatan aliran juga terpengaruh (lebih kecil).

Untuk perbandingan kerugian tinggi tekan (*Head Loss Mayor*) rata – rata yang terjadi di system jaringan perpipaan minyak solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 antara system paksa pada Pompa 2 dengan panjang pipa 6.489 m dan system gravitasi dengan panjang pipa 3.005 m memiliki selisih yaitu $128.8906 \text{ m} - 20.6225 \text{ m} = 108.2681 \text{ m}$. Jadi secara system gravitasi kerugian tinggi tekan (*Head Loss Mayor*) lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan system paksa (Pompa 2).

4. Berdasarkan hasil kalkulasi secara teoritis menggunakan perhitungan *excel* didapatkan hasil rata – rata untuk *Head Loss Minor* pada masing – masing pompa dan *Turbine Flowmeter* pada system jaringan perpipaan transfer minyak solar skala laboratorium, yaitu:
 - a. *Head Loss Minor Total* rata – rata yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar dari Reservoir 1 ke Reservoir 2 pada *Turbine Flowmeter* 1 dan Pompa 1 melalui berbagai *fitting* pipa / aksesoris pipa ($HL_{\text{Minor, Tot, rata-rata, FM1 P1}}$) didapatkan 15.6840 m
 - b. *Head Loss Minor Total* rata – rata yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada *Turbine Flowmeter* 2 dan Pompa 2 melalui berbagai *fitting* pipa / aksesoris pipa ($HL_{\text{Minor, Tot, rata-rata, FM2 P2}}$) didapatkan 94.29200 m
 - c. *Head Loss Minor Total* rata – rata yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 4 pada *Turbine Flowmeter* 3 dan Pompa 3 melalui berbagai *fitting* pipa / aksesoris pipa ($HL_{\text{Minor, Tot, rata-rata, FM3 P3}}$) didapatkan 70.9246 m
 - d. *Head Loss Minor Total* rata – rata yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 5 pada *Turbine Flowmeter* 4 dan Pompa 3 melalui berbagai *fitting* pipa / aksesoris pipa ($HL_{\text{Minor, Tot, rata-rata, FM4 P3}}$) didapatkan 72.1817 m

- e. *Head Loss Minor Total* rata – rata yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada system gravitasi melalui berbagai *fitting* pipa / aksesoris pipa menggunakan manual metode tampung ($HL_{Minor, Tot, rata-rata, MT1 Grav}$) didapatkan 5.4611 m.

Jadi kerugian tinggi tekan (*Head Loss Minor*) total rata - rata terbesar yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar skala laboratorium yang diakibatkan oleh berbagai *fitting* pipa / aksesoris pipa dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada *Turbine Flowmeter* 2 dan Pompa 2 ($HL_{Minor, Tot, rata-rata, FM2 P2}$) sebesar 94.2920 m. Hal ini diakibatkan oleh berbagai kerugian *fitting* pipa / aksesoris pipa (*elbow 90⁰*, *elbow 45⁰*, *tee*, *ball valve* dan *turbine flowmeter*), khususnya jumlah *fitting* pipa / aksesoris pipa dan laju aliran / kecepatan aliran. Sedangkan kerugian tinggi tekan (*Head Loss Minor*) total rata - rata terkecil yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar skala laboratorium dari Reservoir 1 ke Reservoir 2 pada *Turbine Flowmeter* 1 dan Pompa 1 ($HL_{Minor, Tot, rata-rata, FM1 P1}$) sebesar 15.6840 m walaupun dalam hal ini sama – sama diakibatkan oleh berbagai *fitting* pipa / aksesoris pipa dan laju aliran / kecepatan aliran akan tetapi system aliran minyak solar yang ditransfer dari Reservoir 1 menuju menara (Reservoir 2) dengan system paksa Pompa 1 (dari bawah ke atas) juga mempengaruhi termasuk ketinggian / elevasi, sehingga laju aliran / kecepatan aliran juga terpengaruh (lebih kecil).

Untuk perbandingan kerugian tinggi tekan (*Head Loss Minor*) total rata – rata yang terjadi di system jaringan perpipaan minyak solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 antara system paksa pada Pompa 2 dengan berbagai *fitting* pipa / aksesoris pipa (*elbow 90⁰*, *elbow 45⁰*, *tee*, *ball valve* dan *turbine flowmeter*) dan system gravitasi dengan dengan berbagai *fitting* pipa / aksesoris pipa (*elbow 90⁰*, *tee* dan *ball valve*) memiliki selisih yaitu 94.2920 m – 5.4611 m = 88.8309 m. Jadi secara system gravitasi kerugian tinggi tekan (*Head Loss Minor*) lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan system paksa (pompa 2).

5. Berdasarkan hasil kalkulasi secara teoritis menggunakan perhitungan *excel* didapatkan hasil rata – rata untuk *Head Loss Total* pada masing – masing pompa dan *Turbine Flowmeter* pada system jaringan perpipaan transfer minyak solar skala laboratorium, yaitu:
 - a. *Head Loss Total* rata – rata yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar dari Reservoir 1 ke Reservoir 2 pada *Turbine Flowmeter* 1 dan Pompa 1 sepanjang pipa 6.110 m ($HL_{Tot,rata-rata,FM1 P1}$) didapatkan 41.2122 m
 - b. *Head Loss Total* rata – rata yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada *Turbine Flowmeter* 2 Pompa 2 sepanjang pipa 6.489 m ($HL_{Tot,rata-rata,FM2 P2}$) didapatkan 223.1826 m
 - c. *Head Loss Total* rata – rata yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 4 pada *Turbine Flowmeter* 3 pompa 3 sepanjang pipa 2.951 m ($HL_{Tot,rata-rata,FM3 P3}$) didapatkan 129.6289 m
 - d. *Head Loss Total* rata – rata yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 5 pada *Turbine Flowmeter* 4 Pompa 3 sepanjang pipa 3.801 m ($HL_{Tot,rata-rata,FM4 P3}$) didapatkan 139.9672 m
 - e. *Head Loss Total* rata – rata yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada system gravitasi sepanjang pipa 3.055 m menggunakan manual metode tampung ($HL_{Tot,rata-rata,MT1 Grav}$) didapatkan 26.0836 m.

Jadi kerugian – kerugian *Head (Head Loss Total)* rata – rata terbesar yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar skala laboratorium dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada *Turbine Flowmeter* 2 dan Pompa 2 ($HL_{Tot,rata-rata,FM2 P2}$) sebesar 223.1826 m. Hal ini diakibatkan oleh factor gesekan dalam pipa (gesekan fluida pada dinding dalam pipa) sepanjang pipa 6.489 m dan berbagai macam *fitting* pipa / aksesoris pipa (*elbow* 90⁰, *elbow*

45⁰, tee, ball valve dan turbine flowmeter) yang dipengaruhi oleh kecepatan, viskositas minyak solar dan khususnya pengaruh system aliran minyak solar yang ditransfer dari menara (Reservoir 2) ke Reservoir 3 (dari atas ke bawah) yang dipaksa menggunakan Pompa 2. Sedangkan kerugian – kerugian *Head* (*Head Loss Total*) rata – rata terkecil yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar skala laboratorium dari Reservoir 1 ke Reservoir 2 pada *Turbine Flowmeter 1* dan Pompa 1 ($HL_{Tot,rata-rata,FM1 P1}$) sebesar 41.2122 m walaupun ini sama – sama diakibatkan oleh factor gesekan dalam pipa (gesekan fluida pada dinding dalam pipa) sepanjang pipa 6.110 m dan berbagai macam *fitting* pipa / aksesoris pipa (*elbow 90⁰*, *elbow 45⁰*, *tee*, *ball valve*, *turbine flowmeter* dan *filter cartridge*) yang dipengaruhi oleh kecepatan, viskositas minyak solar akan tetapi system aliran minyak solar yang ditransfer dari Reservoir 1 menuju menara (Reservoir 2) dengan system paksa Pompa 1 (dari bawah ke atas) juga mempengaruhi termasuk ketinggian / elevasi, sehingga laju aliran / kecepatan aliran juga terpengaruh (lebih kecil).

Untuk perbandingan kerugian – kerugian *Head* (*Head Loss Total*) rata – rata yang terjadi di system jaringan perpipaan minyak solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 antara system paksa pada Pompa 2 dengan panjang pipa 6.489 m dan system gravitasi dengan panjang pipa 3.005 m memiliki selisih yaitu 223.1826 m – 26.0836 m = 197.0990 m. Jadi secara system gravitasi kerugian – kerugian *Head* (*Head Loss Total*) lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan system paksa (pompa 2).

6. Berdasarkan hasil kalkulasi secara teoritis menggunakan perhitungan *excel* didapatkan hasil rata – rata untuk *Head* Pompa Total dan *Head* Total pada masing – masing pompa dan *Turbine Flowmeter* pada system jaringan perpipaan transfer minyak solar skala laboratorium, yaitu:
 - a. *Head* Pompa Total rata – rata dan *Head* Total rata – rata yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar dari Reservoir 1 ke Reservoir 2 pada *Turbine Flowmeter 1* dan Pompa 1 sepanjang pipa 6.110

- m ($H_{\text{Pompa,Tot,rata-rata,FM1 P1}}$) didapatkan 8.4696 m dan ($H_{\text{Tot,rata-rata,FM1 P1}}$) didapatkan 49.4696 m
- b. *Head* Pompa Total rata – rata dan *Head* Total rata – rata yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada *Turbine Flowmeter* 2 dan Pompa 2 sepanjang pipa 6.489 m ($H_{\text{Pompa,Tot,rata-rata,FM2 P2}}$) didapatkan 25.6724 m dan ($H_{\text{Tot,rata-rata,FM2 P2}}$) didapatkan 248.8550 m
- c. *Head* Pompa Total rata – rata dan *Head* Total rata – rata yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 4 pada *Turbine Flowmeter* 3 dan Pompa 3 sepanjang pipa 2.951 m ($H_{\text{Pompa,Tot,rata-rata,FM3 P3}}$) didapatkan 27.6144 m dan ($H_{\text{Tot,rata-rata,FM3 P3}}$) didapatkan 157.2433 m
- d. *Head* Pompa Total rata – rata dan *Head* Total rata – rata yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar dari Reservoir 3 ke Reservoir 5 pada *Turbine Flowmeter* 4 dan Pompa 3 sepanjang pipa 3.801 m ($H_{\text{Pompa,Tot,rata-rata,FM4 P3}}$) didapatkan 22.8353 m dan ($H_{\text{Tot,rata-rata,FM4 P3}}$) didapatkan 162.8026 m
- e. *Head* Pompa Total rata – rata dan *Head* Total rata – rata yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada *system gravitasi* sepanjang pipa 3.055 m ($H_{\text{Grav,Tot,rata-rata,MT1}}$) didapatkan 11.5513 m dan ($H_{\text{Tot,rata-rata,MT1 Grav}}$) didapatkan 37.6349 m.

Jadi *Head* Pompa Total rata – rata terbesar yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar skala laboratorium dari Reservoir 3 ke Reservoir 4 pada *Turbine Flowmeter* 3 dan Pompa 3 ($H_{\text{PompaTot,rata-rata,FM3 P3}}$) sebesar 27.6144 m dan *Head* Total rata – rata terbesar yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar skala laboratorium dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 pada *Turbine Flowmeter* 2 dan Pompa 2 ($H_{\text{Tot,rata-rata,FM2 P2}}$) sebesar 248.8550 m. Hal ini diakibatkan oleh pengaruh tekanan fluida minyak hisap (*suction*) dan tekan (*discharge*), laju alir hisap (*suction*) dan tekan

(*discharge*), *head* statis / elevasi dan berbagai kerugian (*Head Loss*) termasuk pengaruh dari pembebanan pompa melalui variasi Bukaannya Valve 25⁰ (BV 25⁰), Bukaannya Valve 50⁰ (BV 50⁰) dan Bukaannya Valve Full (BV Full). Sedangkan *Head* Pompa Total rata – rata terkecil yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar skala laboratorium dari Reservoir 1 ke Reservoir 2 pada *Turbine Flowmeter* 1 dan Pompa 1 ($H_{\text{PompaTot,rata-rata,FM1 P1}}$) sebesar 8.4696 m dan *Head* Total rata – rata terkecil yang terjadi di system jaringan perpipaan transfer minyak solar skala laboratorium dari Reservoir 1 ke Reservoir 2 pada *Turbine Flowmeter* 1 dan Pompa 1 ($H_{\text{Tot,rata-rata,FM1 P1}}$) sebesar 49.6818 m walaupun hal ini sama – sama dipengaruhi oleh tekanan fluida minyak hisap (*suction*) dan tekan (*discharge*), laju alir hisap (*suction*) dan tekan (*discharge*), *head* statis / elevasi dan berbagai kerugian (*Head Loss*) termasuk pengaruh dari pembebanan pompa melalui variasi Bukaannya Valve 25⁰ (BV 25⁰), Bukaannya Valve 50⁰ (BV 50⁰) dan Bukaannya Valve Full (BV Full) akan tetapi system aliran minyak solar dari Reservoir 1 ke Reservoir 2 yang di Pompa menuju menara (Reservoir 2) juga mempengaruhi, sehingga laju aliran / kecepatan aliran juga terpengaruh (lebih kecil).

Untuk perbandingan *Head* Pompa Total rata – rata yang terjadi di system jaringan perpipaan minyak solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 antara system paksa pada Pompa 2 dengan panjang pipa 6.489 m dan system gravitasi dengan panjang pipa 3.005 m memiliki selisih yaitu 25.6724 m – 11.5513 m = 14.1211 m. Sedangkan untuk *Head* Total rata – rata yang terjadi di system jaringan perpipaan minyak solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 antara system paksa pada Pompa 2 dengan panjang pipa 6.489 m dan system gravitasi dengan panjang pipa 3.005 m memiliki selisih yaitu 248.8550 m – 37.6349 m = 211.2201 m. Jadi secara system gravitasi *Head* Pompa Total dan *Head* Total lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan system paksa (pompa 2).

7. Rata – rata pola aliran yang terjadi pada system jaringan perpipaan transfer minyak solar skala laboratorium ini adalah Turbulen di masing – masing data pengujian dengan variasi Bukaannya Valve 25⁰ (BV 25⁰), Bukaannya Valve 50⁰ (BV

50⁰) dan Buka *Valve Full* (BV *Full*). Dan hanya 1 (satu) pola aliran Laminar yang terjadi pada system jaringan perpipaan transfer minyak solar skala laboratorium ini, yaitu di saat transfer minyak solar dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 dengan system gravitasi sepanjang pipa 3.005 m pada Data Uji 1 Buka *Valve 25⁰* (DU 1 - BV 25⁰).

5.2. Saran

Adapun saran yang diberikan dari Rancang Bangun dan Kajian *Mayor – Minor Losses* pada Alat Transfer Minyak Bahan Bakar Solar Skala Laboratorium yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Bagi mahasiswa / 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 (manimal 25 LPM & maksimal 53 LPM), khususnya dari Pemeliharaan (*Maintenance*) yang berkaitan dengan Keandalan (*Reability*) yang berakibat pada biaya operasional total. Kemudian dari segi Perawatan *Preventive* (kondisi operasinya memuaskan & biaya minimum). Selanjutnya terkait Perawatan Kerusakan (*Breakdown Maintenance*) agar peralatan pada system jaringan perpipaan transfer minyak solar memiliki umur kerja yang panjang dengan performa yang maksimal.
2. Untuk mencegah terjadinya endapan kotoran pada *Filter Catridge* minyak solar, perlu memasang *filter catridge* minyak solar ganda pada system jaringan perpipaan transfer minyak solar skala laboratorium ini, guna mengantisipasi kualitas minyak solar yang buruk terkait kandungan air dan kotoran yang cukup banyak, sehingga berdampak pada kinerja Pompa termasuk mengganggu saluran dari minyak solar yang tersubmat.
3. Pompa yang digunakan pada alat uji Rancang Bangun dan Kajian *Mayor – Minor Losses* pada Alat Transfer Minyak Bahan Bakar Solar Skala Laboratorium ini menggunakan Pompa tipe FIRMAN FDP-20 Pompa Solar dan Oli berkapasitas (manimal 25 LPM & maksimal 53 LPM), sebaiknya dilakukan rekayasa dan analisis pengurangan kecepatan agar mampu

menghemat daya dan kebutuhan listrik yang dipergunakan serta untuk mencegah terjadi kavitasi.

4. Pompa 2 dan Pompa 3 pada system jaringan perpipaan transfer minyak solar skala laboratorium ini, disarankan pompa tersebut dipasangkan secara seri maupun paralel guna melihat perbandingan kinerja dari Pompa dan menghindari terjadinya pengendapan pada pipa di sepanjang saluran dari Reservoir 3 ke Reservoir 4 dan Reservoir 5.
5. Untuk *Turbine Flowmeter* yang terpasang pada system jaringan perpipaan transfer minyak solar skala laboratorium, disarankan dengan menggunakan *Oil Flow Meter / Fuel Meter* seperti yang terpasang pada skala industry dan pertambangan (Depot Pertamina & SPBU) maupun industry system Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) guna menghindari *error* yang tinggi pada saat pembacaan kapasitas / debit aliran minyak solar.
6. Untuk kalkulasi perhitungan *Head Loss* Total dan *Head* Pompa Total maupun *Head* Total pada masing – masing pengujian system jaringan perpipaan transfer minyak solar skala laoratorium ini, disarankan untuk membandingkan hasil perhitungan manual menggunakan *excel* dengan hasil perhitungan menggunakan Ahli Aliran Pipa (*Pipe Flow Expert*) guna menghasilkan perhitungan aliran yang *Non Compressible Flow*.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief Muliawan, Ahmad Yani. 2018. *Analisa Head Mayor Dan Minor Pompa Chiller dengan Buka-an Katup Instalasi Pompa Tunggal*.
- Austin H. Churh, Ir. Zulkifli Harahap. 1993. *Pompa dan Blower Sentrifugal*.
- Bruce r. Munson, Donald f. Young .2009. Sixth Edition *Fundamentals of Fluid Mechanics*
- Dian Putra Satria. 2015. *Fenomena Dasar Rugi-Rugi Aliran Pada Sistem Perpipaan*.
- Eswanto, Dian Syahputra. 2017. *Analisa DistriBusi Kapasitas Aliran Fluida Di Daerah Percabangan Pada Sistem Perpipaan*.
- Ir. Suharto, M.T., IPM., ACPE. Editor: Prof. Dr. Indarto, DEA. 2016. *Pompa Sentrifugal, Standarisai, Teori, Pemilihan, Pembelian, Pengoprasian, maintenance dan Troubleshooting*.
- Ir. Lunni Tardia. 1920. *Pompa Sentrifugal, Aplikasi Jilid 1*.
- Ir. Sularso, MSME. Prof. Dr. Haruo Tahara. 1996. *Pompa dan kompresor, Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan*.
- Prof. DipI. 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*
- Imaniel Dimas Surya Putra. 2017. *Pengujian Karakteristik Aliran Pada sistem Perpipaan Dengan Menggunakan Peralatan Ekperimen Fenomena Kavitasasi Unnes*.

Khairul Vandy hantoro.2016. DistriBusi Tekanan Fluida Campuran Solar Dan Air Pada Impeler Pompa Sentri Fuggal.

Ridwan. Mekanika Fluida Dasar. Universitas Gunadarma.

Rahmat Subagio, S.T., M.T. Aqli Mursadin, S.T., M.T., Ph.D. 2017. Mekanika Fluida II (HMKK431).

Unep 2006. Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di www.energyefficiencyasia.org

Zainudin. I Made Adi Sayoga. I Made Nuarsa. 2012. dalam penelitiannya yang berjudul. Analisa Pengaruh Variasi Sudut Sambungan Belokan Terhadap *Head losses* Aliran Pipa.

LAMPIRAN 1 : Data Ketinggian / Elevasi

**Data Ketinggian / Elevasi Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar
Skala Laboratorium**

No.	Nama Lokasi	Tinggi / Elevasi (m)	Keterangan
1	D _{Pompa 1} ke Pipa _{Tekan, P1}	14	Dudukan Pompa ke Pipa Tekan Pompa 1
2	D _{Pompa 2} ke Pipa _{Tekan, P2}	13	Dudukan Pompa 2 ke Pipa Tekan Pompa 2
3	D _{Pompa 3} ke Pipa _{Tekan, P3}	15	Dudukan Pompa 3 ke Pipa Tekan Pompa 3
4	R ₁ ke R ₂	309.5	Reservoir 1 ke Reservoir 2
5	R ₂ ke R ₃	309.5	Reservoir 2 ke Reservoir 3
6	R ₃ ke R ₄	24.2	Reservoir 3 ke Reservoir 4
7	R ₃ ke R ₅	24.2	Reservoir 3 ke Reservoir 5

Tertanda,
Peneliti

(Suje)
NIM: ...

LAMPIRAN 2 : *Notation and Unit*

Tabel di bawah ini memberikan gambaran umum tentang notasi dan unit yang paling umum digunakan sehubungan dengan pompa dan sistem pompa.

Notation	Unit			Remarks
	SI unit	Other commonly used unit(s)		
H	m		Head	
Q	m ³ /s	m ³ /h, l/s	Volume flow	
Q _m	kg/s	kg/h	Mass flow	
p	Pa = N/m ²	hPa, kPa, bar	Pressure	1 bar = 10 ⁵ Pa
Δp	Pa	kPa, bar	Differential pressure	
NPSH	m		Net Positive Suction Head	
ρ	kg/m ³	kg/dm ³	Density	
ν	m ² /s	cSt (centiStoke), mm ² /s	Kinematic viscosity	1 cSt = 10 ⁻⁶ m ² /s
μ	Pa · s	Poise	Dynamic viscosity	1 poise = 0.1 Pa · s
t	°C	°F	Temperature	
T	K		Absolute temperature	
d	m	mm	Diameter	
D	m	mm	Diameter	
g	m/s ²		Acceleration of gravity	g = 9.81 m/s ²
v	m/s		Velocity	
η		%	Efficiency	
n	s ⁻¹	min ⁻¹ , RPM	Rotational speed	
t	s	min, h	Time	
P	W	kW	Power	
U	V		Voltage	
I	A		Current	
f	Hz		Frequency	
cosφ			Cosine to phase angle between U and I	
PF			Power factor	

Sumber: *Pump Handbook 2004 GRUNDFOS Management A/S. All rights reserved*

LAMPIRAN 3 : Unit Conversion Tables

Tabel konversi untuk tekanan dan aliran menunjukkan unit yang paling umum digunakan sehubungan dengan sistem pompa.

Pressure								
	Pascal (=Newton per square metre)	bar	kilopond per square metre	meter Water Column	Technical atmosphere	Physical atmosphere	pound per square inch	
	Pa, (N/m ²)	bar	kp/m ²	mWC	at (kp/cm ²)	atm	psi (lb/in ²)	
1 Pa	1	10 ⁻⁵	0.1020	1.020 · 10 ⁻⁴	1.020 · 10 ⁻⁵	9.869 · 10 ⁻⁴	1.450 · 10 ⁻⁴	1 Pa
1 bar	10 ⁵	1	10197	10.20	1.020	0.9869	14.50	1 bar
1 kp/m ²	9.8067	9.807 · 10 ⁻⁵	1	10 ⁻³	10 ⁻⁴	0.9678 · 10 ⁻⁴	1.422 · 10 ⁻³	1 kp/m ²
1 mWC	9806.7	0.09807	10 ³	1	0.1	0.09678	1.422	1 mWC
1 at	98067	0.9807	10 ⁴	10	1	0.9678	14.22	1 at
1 atm	101325	1.013	10333	10.33	1.033	1	14.70	1 atm
1 psi	6895	0.06895	703.1	0.7031	0.07031	0.06804	1	1 psi

Flow (volume)						
	Cubic metre per second	Cubic metre per hour	Litre per second	Gallon (UK) per minute	Gallon (US) per minute	
	m ³ /s	m ³ /h	l/s	UK GPM	UK GPM	
1 m ³ /s	1	3600	1000	1320	15651	1 m ³ /s
1 m ³ /h	2.778 · 10 ⁻⁴	1	0.2778	3.667	4.403	1 m ³ /h
1 l/s	10 ⁻³	3.6	1	13.2	15.85	1 l/s
1 UK GPM	7.577 · 10 ⁻⁵	0.02728	0.07577	1	1.201	1 UK GPM
1 US GPM	6.309 · 10 ⁻⁵	0.02271	0.06309	0.8327	1	1 US GPM

Temperature

The formulas listed below show how to convert the most commonly used units for temperature.

From degrees Celsius to Kelvin: $T [K] = 273.15 + t [^{\circ}C]$

From degrees Celsius to degrees Fahrenheit: $t [^{\circ}F] = 32 + 1.8 t [^{\circ}C]$

Degrees Celsius	Kelvin	Degrees Fahrenheit		Δt	Δt	Δt
$^{\circ}C$	K	$^{\circ}F$	$\Delta T, \Delta t$	$^{\circ}C$	K	$^{\circ}F$
0	273.15	32	1 $^{\circ}C =$	1	1	5/9
100	373.15	212	1 K =	1	1	5/9
-17.8	255.35	0	1 $^{\circ}F =$	9/5	9/5	1

Sumber: *Pump Handbook 2004 GRUNDFOS Management A/S. All rights reserved*

LAMPIRAN 4 : Spesifikasi Solar & Biosolar

SPESIFIKASI SOLAR/ BIOSOLAR						
NO.	KARAKTERISTIK	SATUAN	BATASAN		METODE UJI	
			MIN	MAKS	ASTM	LAIN
1.	Bilangan Cetana Angka Setara atau Indeks Setana	-	48	-	D 613 D 4737	
2.	Berat Jenis @ 15 °C	kg/m ³	815	860	D 1298 / D 4052	
3.	Viskositas @ 40 °C	mm ² /sec	2,0	4,5	D 445	
4.	Kandungan Sulfur	% m/m	-	0,35 ¹⁾ 0,30 ²⁾ 0,25 ³⁾ 0,05 ⁴⁾ 0,005 ⁵⁾	D 2622 / D 5453 / D 4294 / D 7039	
5.	Distilasi 90 % vol. penguapan	°C	-	370	D 86	
6.	Titik Nyala	°C	52	-	D 93	
7.	Titik Tuang	°C	-	18	D 97	
8.	Residu Karbon	% m/m	-	0,1	D 4530 / D 189	
9.	Kandungan Air	mg/kg	-	500	D 6304	
10.	Biological Growth ¹⁾	-	Nihil			
11.	Kandungan FAME ¹⁾	% v/v	-	-		
12.	Kandungan metanol ¹⁾	% v/v	Tak terdeteksi		D 4815	
13.	Korosi Bilah Tembaga	merit	-	Kelas 1	D 130	
14.	Kandungan Abu	% v/v	-	0,01	D 482	
15.	Kandungan Sedimen	% m/m	-	0,01	D 473	
16.	Bilangan Asam Kuat	mgKOH/gr	-	0	D 664	
17.	Bilangan Asam Total	mgKOH/gr	-	0,6	D 664	
18.	Partikulat	mg/l	-	-	D 2276	
19.	Penampihan Visual	-	Jernih & Terang			
20.	Wama	No. ASTM	-	3,0	D 1500	
21.	Lubricity (HFRR wear scar dia. @ 60 °C)	micron	-	460 ⁶⁾	D 6079	

¹⁾Kandungan FAME mengacu pada Peraturan Menteri ESDM No. 25 tahun 2013 tentang Penyediaan, Pemanfaatan, dan Tata Niaga bahan Bakar Nabati (Biodiesel) Sebagai Bahan Bakar Lain.

Catatan umum:

- Additive harus kompatibel dengan minyak mesin (tidak menambah kekotoran/kerak). Additive yang mengandung komponen pembentuk abu (ash forming) tidak diperbolehkan.
- Penanganan (handling) harus dilakukan secara baik untuk mengurangi kontaminasi (debu, air, bahan bakar lain, dll).
- Pelubrikan pada pompa harus memadai dan terdefinisi.

Catatan kaki:

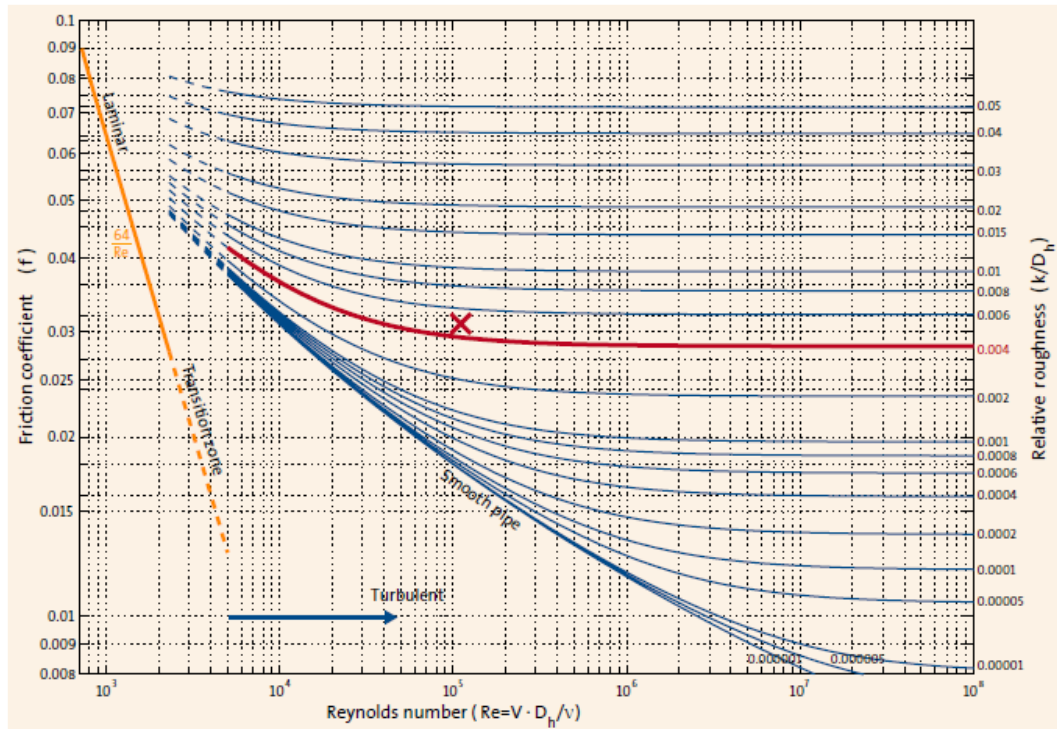
- 1) Batasan 0,35% m/m setara dengan 3.500 ppm. Berlaku tahun 2015.
- 2) Batasan 0,30% m/m setara dengan 3.000 ppm. Berlaku mulai 1 Januari tahun 2016.
- 3) Batasan 0,25% m/m setara dengan 2.500 ppm. Berlaku mulai 1 Januari tahun 2017.
- 4) Batasan 0,05% m/m setara dengan 500 ppm. Berlaku mulai 1 Januari tahun 2021.
- 5) Batasan 0,005% m/m setara dengan 50 ppm. Berlaku mulai 1 Januari tahun 2025.
- 6) Berlaku mulai 1 Januari 2018

LAMPIRAN 5 : *Recommended Velocities of Fluids in Pipelines*

Fluid	Application	Range			
		Low	High	Low	High
		ft/sec	ft/sec	m/sec	m/sec
Acetylene		67		20.4	
Air	Air or Flue Gas Ducting	10	35	3.0	10.7
Air	Centrifugal Compressor - All Piping	50	100	15.2	30.5
Air	Piston Compressor Discharge	70	100	21.3	30.5
Air	Piston Compressor Suction	50	70	15.2	21.3
Oil	Gravity Flow	2	3	0.6	0.9
Oil	Heavy Viscosity	2	3	0.6	0.9
Oil	Light Viscosity	3	6	0.9	1.8
Oil	Suction Lines	3	4	0.9	1.2
Water	Boiler Feedwater Discharge	10	17	3.0	5.2
Water	Centrifugal Pump Discharge	5	12	1.5	3.7
Water	Centrifugal Pump Suction	2	5	0.6	1.5
Water	City Water/Service Mains	2	5	0.6	1.5
Water	Fire Hose		10		3.0
Water	General Service	4	10	1.2	3.0
Water	Gravity Flow	2	3	0.6	0.9
Water	Hot Water Recirc.		3		0.9
Water	Reciprocating Pump Discharge	5	10	1.5	3.0
Water	Reciprocating Pump Suction	2	5	0.6	1.5
Water	Sea Water	5	12	1.5	3.7

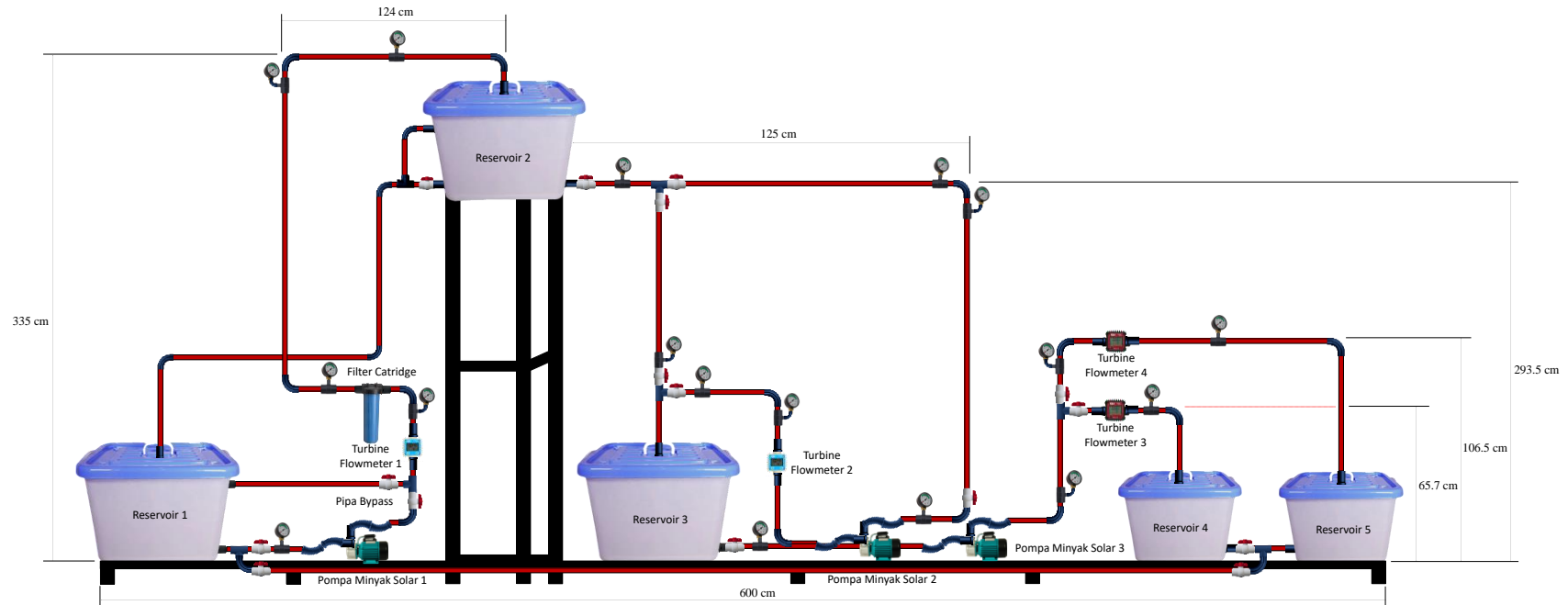
LAMPIRAN 6 : *Moody Diagram*

Grafik Moody yang menunjukkan koefisien gesekan f sebagai fungsi dari bilangan Reynolds dan kekasaran permukaan untuk aliran laminar dan turbulen.



Sumber: *Pump Handbook 2004 GRUNDFOS Management A/S. All rights reserved*

LAMPIRAN 7 : Gambar Rancang Bangun Sistem Jaringan Perpipaan Transfer Minyak Solar Skala Laboratorium



Keterangan:

1. Panjang Pipa Total dari Reservoir 1 ke Reservoir 2 Sistem Paksa (Pompa 1)	: 6.110 Meter
2. Panjang Pipa Total dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 Sistem Gravitasi	: 3.055 Meter
3. Panjang Pipa Total dari Reservoir 2 ke Reservoir 3 Sistem Paksa (Pompa 2)	: 6.489 Meter
4. Panjang Pipa Total dari Reservoir 3 ke Reservoir 4 Sistem Paksa (Pompa 3)	: 2.951 Meter
5. Panjang Pipa Total dari Reservoir 3 ke Reservoir 5 Sistem Paksa (Pompa 2)	: 3.801 Meter

LAMPIRAN 8 : Data Kalibrasi

TABEL PENGAMBILAN DATA KALIBRASI *TURBINE FLOWMETER*

TABEL KALIBRASI

A. KALIBRASI DEBIT ALIRAN MINYAK (*TURBINE FLOWMETER 1*)

FLOWMETER 1 DARI RESERVOIR 1 KE RESERVOIR 2															
No.	Volume Minyak (V)		Diamter Pipa (φ)	Panjang Pipa Section (L _s)	Panjang Pipa Discharge (L _D)	Flowmeter 1			Volume Minyak (V)		Waktu (t)	Manual			Bukaan Valve Bypass
	M ³	Liter				Inchi	Meter	Meter	L/Detik	L/Menit		M ³ /Menit	M ³	Liter	
	1	0.0202	20.2492	3/4"	0.7300	5.3800	0.1628	9.7680	0.0098	0.0057	5.7040	35.5300	0.1605	9.6324	
2	0.0260	25.9675	3/4"	0.7300	5.3800	0.2862	17.1740	0.0172	0.0229	22.9478	79.3600	0.2892	17.3496	0.0173	Full
3	0.0351	35.1120	3/4"	0.7300	5.3800	0.3160	18.9580	0.0190	0.0145	14.4900	48.8600	0.2966	17.7937	0.0178	Full

B. KALIBRASI DEBIT ALIRAN MINYAK (*TURBINE FLOWMETER 2*)

FLOWMETER 2 DARI RESERVOIR 2 KE RESERVOIR 3															
No.	Volume Minyak (V)		Diamter Pipa (φ)	Panjang Pipa Section (L _s)	Panjang Pipa Suction (L _S)	Flowmeter 2			Volume Minyak (V)		Waktu (t)	Manual			Bukaan Valve Bypass
	M ³	Liter				Inchi	Meter	Meter	L/Detik	L/Menit		M ³ /Menit	M ³	Liter	
	1	0.0202	20.2492	3/4"	4.8050	1.6840	0.1991	11.9460	0.0119	0.0070	6.9552	35.7400	0.1946	11.6763	
2	0.0260	25.9675	3/4"	4.8050	1.6840	0.3746	22.4750	0.0225	0.0260	25.9675	68.8200	0.3773	22.6395	0.0226	Full
3	0.0351	35.1120	3/4"	4.8050	1.6840	0.5257	31.5440	0.0315	0.0267	26.7313	51.4400	0.5197	31.1795	0.0312	Full

C. KALIBRASI DEBIT ALIRAN MINYAK (*TURBINE FLOWMETER 3*)

FLOWMETER 3 DARI RESERVOIR 3 KE RESERVOIR 4															
No.	Volume Minyak (V)		Diamter Pipa (φ)	Panjang Pipa Section (L _s)	Panjang Pipa Discharge (L _D)	Flowmeter 3			Volume Minyak (V)		Waktu (t)	Manual			Bukaan Valve Bypass
	M ³	Liter				Inchi	Meter	Meter	L/Detik	L/Menit		M ³ /Menit	M ³	Liter	
	1	0.0202	20.2492	3/4"	1.1010	1.8500	0.1323	7.9350	0.0079	0.0034	3.3579	25.9900	0.1292	7.7520	
2	0.0260	25.9675	3/4"	1.1010	1.8500	0.3518	21.1090	0.0211	0.0202	20.2001	56.4800	0.3577	21.4591	0.0215	Full
3	0.0351	35.1120	3/4"	1.1010	1.8500	0.4982	29.8940	0.0299	0.0208	20.8123	41.9300	0.4964	29.7814	0.0298	Full

D. KALIBRASI DEBIT ALIRAN MINYAK (*TURBINE FLOWMETER 4*)

FLOWMETER 4 DARI RESERVOIR 3 KE RESERVOIR 5															
No.	Volume Minyak (V)		Diamter Pipa (φ)	Panjang Pipa Section (L _s)	Panjang Pipa Discharge (L _D)	Flowmeter 4			Volume Minyak (V)		Waktu (t)	Manual			Bukaan Valve Bypass
	M ³	Liter				Inchi	Meter	Meter	L/Detik	L/Menit		M ³ /Menit	M ³	Liter	
	1	0.0205	20.5344	3/4"	1.101	2.7000	0.1563	9.3780	0.0094	0.0042	4.1500	27.6400	0.1501	9.0087	
2	0.0260	25.9675	3/4"	1.101	2.7000	0.4127	24.7600	0.0248	0.0153	15.2520	37.5200	0.4065	24.3902	0.0244	Full
3	0.0351	35.1120	3/4"	1.101	2.7000	0.5437	32.6200	0.0326	0.0199	19.9200	36.9600	0.5390	32.3377	0.0323	Full

LAMPIRAN 9 : Hasil Kalibrasi *Turbine Flowmeter* 1 Pompa 1

A. Hasil Kecepatan Aliran dengan *Turbine Flowmeter* 1 Pompa 1

KALIBRASI FLOWMETER 1 POMPA I

KECEPATAN ALIRAN DENGAN FLOWMETER

SPESIFIKASI POMPA MINYAK

Kecepatan Pompa Minyak Suction / Hisap

Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M		
Debit Aliran Pompa Minyak Maksimum (Q)	:	3180	Liter/Jam	3.1800	M ³ /Menit	0.00088	M ³ /Detik 0.008833
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.000285	M ²				
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Suction (V _s)	:	3.1007	M/Detik				

Kecepatan Pompa Minyak Solar Discharge / Buang Flowmeter 1

Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M		
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	586.08	Liter/Jam	0.5861	M ³ /Menit	0.0002	M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.000285	M ²				
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _o)	:	0.5715	M/Detik				

Flowmeter 1

Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M		
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	1030.44	Liter/Jam	1.0304	M ³ /Menit	0.0003	M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.000285	M ²				
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _o)	:	1.0048	M/Detik				

Flowmeter 1

Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M		
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	1137.48	Liter/Jam	1.1375	M ³ /Menit	0.0003	M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.0003	M ²				
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _o)	:	1.1091	M/Detik				

RATA - RATA KECEPATAN TEKAN (DISCHARGE)

:	0.8951	M/Detik				0.00026	M ³ /Detik
---	--------	---------	--	--	--	---------	-----------------------

B. Hasil Kecepatan Aliran dengan Manual Metode Tampung R1 Pompa 1

SPESIFIKASI POMPA MINYAK						
Kecepatan Pompa Minyak Solar Suction / Hisap						
Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M	
Debit Aliran Pompa Minyak Maksimum (Q)	:	3180	Liter/Jam	3.1800	M ³ /Menit	0.00088 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.000285	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Suction (V _s)	:	3.1007	M/Detik			
Kecepatan Pompa Minyak Solar Discharge / Buang Manual Metode Tampung R2						
Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	577.9454	Liter/Jam	0.5779	M ³ /Menit	0.0002 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.000285	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _d)	:	0.5635	M/Detik			
Manual Metode Tampung R2						
Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	1040.977	Liter/Jam	1.0410	M ³ /Menit	0.0003 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.000285	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _d)	:	1.0150	M/Detik			
Manual Metode Tampung R2						
Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	1067.622	Liter/Jam	1.0676	M ³ /Menit	0.0003 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.0003	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _d)	:	1.0410	M/Detik			
RATA - RATA KECEPATAN TEKAN (DISCHARGE)	:	0.8732	M/Detik			0.00025 M ³ /Detik

LAMPIRAN 10 : Hasil Kalibrasi *Turbine Flowmeter* 2 Pompa 2

A. Hasil Kecepatan Aliran dengan *Turbine Flowmeter* 2 Pompa 2

KALIBRASI FLOWMETER 2 POMPA 2

KECEPATAN ALIRAN DENGAN FLOWMETER

SPESIFIKASI POMPA MINYAK

Kecepatan Pompa Minyak Solar Suction / Hisap

Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M	
Debit Aliran Pompa Minyak Maksimum (Q)	:	3180	Liter/Jam	3.1800	M ³ /Menit	0.00088 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.000285	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Suction (V _S)	:	3.1007	M/Detik			

Kecepatan Pompa Minyak Solar Discharge / Buang Flowmeter 2

Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	716.76	Liter/Jam	0.7168	M ³ /Menit	0.0002 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.000285	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	0.6989	M/Detik			

Flowmeter 2

Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	1348.5	Liter/Jam	1.3485	M ³ /Menit	0.0004 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.000285	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	1.3149	M/Detik			

Flowmeter 2

Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	1892.64	Liter/Jam	1.8926	M ³ /Menit	0.0005 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.0003	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	1.8455	M/Detik			

RATA - RATA KECEPATAN TEKAN (DISCHARGE)	:	1.2864	M/Detik			0.00037 M ³ /Detik
---	---	--------	---------	--	--	-------------------------------

B. Hasil Kecepatan Aliran dengan Manual Metode Tampung R2 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)	:	3180	Liter/Jam	3.1800	M ³ /Menit	0.00088 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.000285	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Suction (V _s)	:	3.1007	M/Detik			
Kecepatan Pompa Minyak Solar Discharge / Buang Manual Metode Tampung R3						
Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	700.5797	Liter/Jam	0.7006	M ³ /Menit	0.0002 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.000285	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	0.6831	M/Detik			
Manual Metode Tampung R3						
Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	1358.37	Liter/Jam	1.3584	M ³ /Menit	0.0004 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.000285	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	1.3245	M/Detik			
Manual Metode Tampung R3						
Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	1870.772	Liter/Jam	1.8708	M ³ /Menit	0.0005 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.0003	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	1.8241	M/Detik			
RATA - RATA KECEPATAN TEKAN (DISCHARGE)	:	1.2773	M/Detik			0.00036 M ³ /Detik

LAMPIRAN 11 : Hasil Kalibrasi *Turbine Flowmeter* 3 Pompa 3

A. Hasil Kecepatan Aliran dengan *Turbine Flowmeter* 3 Pompa 3

KALIBRASI FLOWMETER 3 POMPA 3

KECEPATAN ALIRAN DENGAN FLOWMETER

SPESIFIKASI POMPA MINYAK

Kecepatan Pompa Minyak Solar Suction / Hisap

Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M		
Debit Aliran Pompa Minyak Maksimum (Q)	:	3180	Liter/Jam	3.1800	M ³ /Menit	0.00088	M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.000285	M ²				
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Suction (V _s)	:	3.1007	M/Detik				

Kecepatan Pompa Minyak Solar Discharge / Buang Flowmeter 3

Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M		
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	476.1	Liter/Jam	0.4761	M ³ /Menit	0.0001	M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.000285	M ²				
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	0.4642	M/Detik				

Flowmeter 3

Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M		
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	1266.54	Liter/Jam	1.2665	M ³ /Menit	0.0004	M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.000285	M ²				
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	1.2350	M/Detik				

Flowmeter 3

Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M		
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	1793.64	Liter/Jam	1.7936	M ³ /Menit	0.0005	M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.0003	M ²				
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	1.7489	M/Detik				

RATA - RATA KECEPATAN TEKAN (DISCHARGE)	:	1.149379	M/Detik			0.00033	M ³ /Detik
--	---	----------	---------	--	--	---------	-----------------------

B. Hasil Kecepatan Aliran dengan Manual Metode Tampung R4 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)	:	3180	Liter/Jam	3.1800	M ³ /Menit	0.00088 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.000285	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Suction (V _s)	:	3.1007	M/Detik			
Kecepatan Pompa Minyak Solar Discharge / Buang Manual Metode Tampung R4						
Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	465.1189	Liter/Jam	0.4651	M ³ /Menit	0.0001 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.000285	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _o)	:	0.4535	M/Detik			
Manual Metode Tampung R4						
Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	1287.543	Liter/Jam	1.2875	M ³ /Menit	0.0004 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.000285	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _o)	:	1.2555	M/Detik			
Manual Metode Tampung R4						
Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	1786.885	Liter/Jam	1.7869	M ³ /Menit	0.0005 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.0003	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _o)	:	1.7423	M/Detik			
RATA - RATA KECEPATAN TEKAN (DISCHARGE)	:	1.1504	M/Detik			0.00033 M ³ /Detik

LAMPIRAN 12 : Hasil Kalibrasi *Turbine Flowmeter* 4 Pompa 3

A. Hasil Kecepatan Aliran dengan *Turbine Flowmeter* 4 Pompa 3

KALIBRASI FLOWMETER 4 POMPA 3

KECEPATAN ALIRAN DENGAN FLOWMETER

SPESIFIKASI POMPA MINYAK

Kecepatan Pompa Minyak Solar Suction / Hisap

Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M	
Debit Aliran Pompa Minyak Maksimum (Q)	:	3180	Liter/Jam	3.1800	M ³ /Menit	0.00088 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.000285	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Suction (V _s)	:	3.1007	M/Detik			

Kecepatan Pompa Minyak Solar Discharge / Buang Flowmeter 4

Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	562.68	Liter/Jam	0.5627	M ³ /Menit	0.0002 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.000285	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	0.5487	M/Detik			

Flowmeter 4

Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	1485.6	Liter/Jam	1.4856	M ³ /Menit	0.0004 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.000285	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	1.4486	M/Detik			

Flowmeter 4

Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	1957.2	Liter/Jam	1.9572	M ³ /Menit	0.0005 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.0003	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	1.9084	M/Detik			

RATA - RATA KECEPATAN TEKAN (DISCHARGE)	:	1.3019	M/Detik			0.00037 M ³ /Detik
---	---	--------	---------	--	--	-------------------------------

B. Hasil Kecepatan Aliran dengan Manual Metode Tampung R4 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)	:	3180	Liter/Jam	3.1800	M ³ /Menit	0.00088 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.000285	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Suction (V _s)	:	3.1007	M/Detik			
Kecepatan Pompa Minyak Solar Discharge / Buang Manual Metode Tampung R5						
Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	540.521	Liter/Jam	0.5405	M ³ /Menit	0.0002 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.000285	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	0.5270	M/Detik			
Manual Metode Tampung R5						
Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	1463.412	Liter/Jam	1.4634	M ³ /Menit	0.0004 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.000285	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	1.4269	M/Detik			
Manual Metode Tampung R5						
Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	2217.6	Liter/Jam	2.2176	M ³ /Menit	0.0006 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.0003	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	2.1623	M/Detik			
RATA - RATA KECEPATAN TEKAN (DISCHARGE)	:	1.3721	M/Detik			0.00039 M ³ /Detik

LAMPIRAN 13 : Data Penelitian

TABEL PENGAMBILAN DATA PENELITIAN

TABEL 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)	Diameter Pipa (f= ... Inchi)	Waktu Pengambilan Data (t= ... Menit)	Panjang Pipa (L= ... M)			Geodetik Head (H _g = ... m)		Head Statis / Elevasi (H _s = ... m)			Flowmeter 1 LPM	Tekanan (Bar) = P = ... N/m ²					Bukaan Valve (°)
				L _{hisap}	L _{tekan}	L _{total}	H _{g,1}	H _{g,2}	H _{s,1}	H _{s,2}	H _{s,Tot}		P _{Hisap}					
													P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	
1	32	0.75	10	0.73	5.38	6.11	0	0	3.095	0.115	2.980	103.040	25000	65000	11000	33000	34000	25
2	32	0.75	10	0.73	5.38	6.11	0	0	3.095	0.080	3.015	145.410	15000	25000	11000	33000	34000	50
3	32	0.75	10	0.73	5.38	6.11	0	0	3.095	0.110	2.985	159.770	10000	15000	11000	33000	34000	Full

B. DATA PENGAMATAN 2 (RESERVOIR 3) SISTEM GRAVITASI

SISTEM TRANSFER MINYAK DARI RESERVOIR 2 KE RESERVOIR 3 (GRAVITASI)													
No.	Volume Minyak (V= ... Liter)	Diameter Pipa (f= ... Inchi)	Waktu Pengambilan Data (t= ... Menit)	Panjang Pipa (L= ... M)			Head Statis Elevasi (H _s = ... m)	Debit Minyak (Manual) LPM	Tekanan (Bar) = P = ... N/m ²	Bukaan Valve (°)	Geodetik Head (H _g = ... m)		
				L _{hisap}	L _{tekan}	L _{total}					H _{g,1}	H _{g,2}	
													P ₁
1	32	0.75	10	0	3.055	3.055	2.955	2.218	7700	29350	25	0	0
2	32	0.75	10	0	3.055	3.055	2.895	213.232	7700	29350	50	0	0
3	32	0.75	10	0	3.055	3.055	3.005	242.640	7700	29350	Full	0	0

C. DATA PENGAMATAN 3 (TURBINE FLOWMETER 2 POMPA 2)

SISTEM TRANSFER MINYAK DARI RESERVOIR 2 KE RESERVOIR 3 (POMPA 2)																			
No.	Volume Minyak (V= ... Liter)	Diameter Pipa (f= ... Inchi)	Waktu Pengambilan Data (t= ... Menit)	Panjang Pipa (L= ... M)			Geodetik Head (H _g = ... m)		Head Statis / Elevasi (H _s = ... m)			Flowmeter 2 LPM	Tekanan (Bar) = P = ... N/m ²					Bukaan Valve (°)	
				L _{hisap}	L _{tekan}	L _{total}	H _{g,1}	H _{g,2}	H _{s,1}	H _{s,2}	H _{s,Tot}		P _{Hisap}						
													P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅		
1	32	0.75	10	4.805	1.684	6.489	0	0	3.095	0.010	3.085	187.020	2000	29000	30000	30000	7000	8000	25
2	32	0.75	10	4.805	1.684	6.489	0	0	3.095	0.040	3.055	383.504	2000	29000	30000	30000	7000	8000	50
3	32	0.75	10	4.805	1.684	6.489	0	0	3.095	0.020	3.075	402.942	2000	29000	30000	30000	7000	8000	Full

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

SISTEM TRANSFER MINYAK DARI RESERVOIR 3 KE RESERVOIR 4 (POMPA 3)																
No.	Volume Minyak (V= ... Liter)	Diameter Pipa (φ= ... Inchi)	Waktu Pengambilan Data (t= ... Menit)	Panjang Pipa (L= ... M)			Geodetik Head (H _g = ... m)		Head Statis / Elevasi (H _s = ... m)			Flowmeter 3 LPM	Tekanan (Bar) = P = ... N/m ²			Bukaan Valve (°)
				L _{hisap}	L _{tekan}	L _{total}	H _{g,1}	H _{g,2}	H _{s,1}	H _{s,2}	H _{s,Tot}		P _{Hisap}			
													P ₁	P ₂	P ₃	
1	32	0.75	10	1.101	1.850	2.951	0	0	0.242	0.080	0.162	164.073	15000	120000	6000	25
2	32	0.75	10	1.101	1.850	2.951	0	0	0.242	0.025	0.217	354.049	10000	80000	6000	50
3	32	0.75	10	1.101	1.850	2.951	0	0	0.242	0.083	0.159	442.051	10000	20000	6000	Full

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

SISTEM TRANSFER MINYAK DARI RESERVOIR 3 KE RESERVOIR 5 (POMPA 3)																	
No.	Volume Minyak (V= ... Liter)	Diameter Pipa (φ= ... Inchi)	Waktu Pengambilan Data (t= ... Menit)	Panjang Pipa (L= ... M)			Geodetik Head (H _g = ... m)		Head Statis / Elevasi (H _s = ... m)			Flowmeter 3 LPM	Tekanan (Bar) = P = ... N/m ²				Bukaan Valve (°)
				L _{hisap}	L _{tekan}	L _{total}	H _{g,1}	H _{g,2}	H _{s,1}	H _{s,2}	H _{s,Tot}		P _{Hisap}				
													P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	
1	32	0.75	10	1.101	2.700	3.801	0	0	0.242	0.130	0.112	157.315	15000	90000	80000	10000	25
2	32	0.75	10	1.101	2.700	3.801	0	0	0.242	0.070	0.172	355.299	10000	60000	20000	9000	50
3	32	0.75	10	1.101	2.700	3.801	0	0	0.242	0.041	0.201	393.572	1200	1550	8800	9400	Full

LAMPIRAN 14 : Analisa dan Perhitungan Data Penelitian *Turbine Flowmeter 1*

Pompa 1

ANALISA DAN PERHITUNGAN DATA PENELITIAN PERHITUNGAN KEHILANGAN ENERGI (HEAD LOSS)

POMPA 1 (RESERVOIR 1 KE RESERVOIR 2)

ANALISA DATA PENGUJIAN PERTAMA

Debit Aliran Variasi I ($Q_{var,I}$)	:	6.182.400	Liter/Jam	6.1824	M ³ /Jam	0.0017173	M ³ /Detik
Debit Aliran Variasi II ($Q_{var,II}$)	:	8.724.600	Liter/Jam	8.7246	M ³ /Jam	0.0024235	M ³ /Detik
Debit Aliran Variasi III ($Q_{var,III}$)	:	9.586.200	Liter/Jam	9.5862	M ³ /Jam	0.0026628	M ³ /Detik
Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.0191	M		
Panjang Pipa (L)	:	611	CM	6.1100	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 (ρ) 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 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	0.01905	M	
Debit Aliran Pompa Minyak Maksimum (Q)	:	0	Liter/Jam	0.0000	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)	:	6182.4	Liter/Jam	6.1824	M ³ /Jam	0.001717333 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.000285	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V ₀)	:	6.0283	M/Detik			
Flowmeter 1						
Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	8724.6	Liter/Jam	8.7246	M ³ /Jam	0.0024235 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.000285	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V ₀)	:	8.5071	M/Detik			
Flowmeter 1						
Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M	
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	9586.2	Liter/Jam	9.5862	M ³ /Jam	0.002662833 M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.0003	M ²			
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V ₀)	:	9.3473	M/Detik			

LAMPIRAN 15 : Hasil Perhitungan Kehilangan Energi (*Head Loss*) pada *Turbine Flowmeter* 1 Pompa 1

PERHITUNGAN KEHILANGAN ENERGI (HEAD LOSS) TRANSFER MINYAK PERTAMA
DARI RESERVOIR I KE RESERVOIR II (POMPA I)

HEAD LOSS MAYOR

TABEL 4.1. HASIL PERHITUNGAN HEAD LOSS MAYOR DENGAN 3 (TIGA) VARIASI DEBIT MINYAK PADA POMPA I

No.	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= ...)	Head Loss Mayor (HL _{Mayor} = ... m)	Jenis Aliran
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.00028	0.0017173	6.0283	22,235.411	0.0029	0.0259	15.3732	Turbulen
2	0.00028	0.0024235	8.5071	31,378.602	0.0020	0.0237	28.0894	Turbulen
3	0.00028	0.0026628	9.3473	34,477.403	0.0019	0.0232	33.1222	Turbulen

HEAD LOSS MINOR

TABEL 4.2. HASIL PERHITUNGAN HEAD LOSS MINOR DENGAN 3 (TIGA) VARIASI DEBIT MINYAK PADA POMPA I

No.	Head Loss Minor						Head Loss Minor Total (HL _{Minor,Tot} = ... m)	Head Loss Total (HL _{Tot} = ... m)
	Elbow 90 ⁰ (Hf _{Elbow 90⁰} = ... m)	Elbow 45 ⁰ (Hf _{Elbow 45⁰} = ... m)	Tee (Hf _{Tee} = ... m)	Ball Valve (Hf _{Ball Valve} = ... m)	Turbine Flowmeter (Hf _{T.Flowmeter} = ... m)	Filter Catridge (Hf _{F.Catridge} = ... m)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2.7783	1.4818	2.2227	0.1852	1.6818	0.3704	8.7202	24.0934
2	5.5330	2.9509	4.4264	0.3689	3.3493	0.7377	17.3662	45.4556
3	6.6798	3.5625	5.3438	0.4453	4.0435	0.8906	20.9655	54.0878

HEAD TOTAL

TABEL 4.3. HASIL PERHITUNGAN HEAD TOTAL DENGAN 3 (TIGA) VARIASI DEBIT MINYAK (POMPA I)

No.	Head Pompa					
	Head Tekanan Pompa (HT _{Pompa} = ... m)	Head Kecepatan (H _v = ... m)	Head Geodetik (H _G = ... m)	Head Statis / Elevasi (H _z = ... m)	Head Pompa Total (H _{pompa,Tot} = ... m)	Head Total (H _{Total} = ... m)
1	2	3	4	5	6	7
1	4.6798	1.8522	0.0000	2.9800	9.5120	33.6053
2	1.1699	3.6887	0.0000	3.0150	7.8736	53.3292
3	0.5850	4.4532	0.0000	2.9850	8.0231	62.1109

LAMPIRAN 16 : Analisa dan Perhitungan Data Penelitian *Turbine Flowmeter 2*

Pompa 2

ANALISA DAN PERHITUNGAN DATA PENELITIAN PERHITUNGAN KEHILANGAN ENERGI (HEAD LOSS)

POMPA 2 (RESERVOIR 2 KE RESERVOIR 3)

ANALISA DATA PENGUJIAN KEDUA

Debit Aliran Variasi I ($Q_{var,I}$)	:	11,221.171	Liter/Jam	11.22117	M ³ /Jam	0.0031170	M ³ /Detik
Debit Aliran Variasi II ($Q_{var,II}$)	:	23,010.228	Liter/Jam	23.01023	M ³ /Jam	0.0063917	M ³ /Detik
Debit Aliran Variasi III ($Q_{var,III}$)	:	24,176.514	Liter/Jam	24.17651	M ³ /Jam	0.0067157	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 (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)	:	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					

Lanjutan Analisa dan Perhitungan Data Penelitian 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	0.0000	M ³ /Jam	0.0000	M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.4416	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)	:	11,221.171	Liter/Jam	11.2212	M ³ /Jam	0.00311699	M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.00028	M ²				
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _o)	:	10.9415	M/Detik				

Flowmeter 2

Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M		
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	23010.228	Liter/Menit	23.0102	M ³ /Jam	0.00639173	M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.0003	M ²				
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _o)	:	22.4367	M/Detik				

Flowmeter 2

Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M		
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	24176.514	Liter/Menit	24.1765	M ³ /Jam	0.0067157	M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.0003	M ²				
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _o)	:	23.5739	M/Detik				

LAMPIRAN 17 : Hasil Perhitungan Kehilangan Energi (*Head Loss*) pada *Turbine Flowmeter 2* Pompa 2

PERHITUNGAN KEHILANGAN ENERGI (HEAD LOSS) TRANSFER MINYAK KEDUA
DARI RESERVOIR II KE RESERVOIR III (POMPA II)

HEAD LOSS MAYOR

TABEL 4.1. HASIL PERHITUNGAN HEAD LOSS MAYOR DENGAN 3 (TIGA) VARIASI DEBIT MINYAK PADA POMPA II

No.	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= ...)	Head Loss Mayor (hf _{Mayor} = ... m)	Jenis Aliran
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.00028	0.0031170	10.9415	40,376.2130	0.0016	0.0223	46.3331	Turbulen
2	0.00028	0.0063917	22.4367	82,795.8019	0.0008	0.0186	162.8120	Turbulen
3	0.00028	0.0067157	23.5739	86,992.3524	0.0007	0.0184	177.5267	Turbulen

HEAD LOSS MINOR

TABEL 4.2. HASIL PERHITUNGAN HEAD LOSS MINOR DENGAN 3 (TIGA) VARIASI DEBIT MINYAK PADA POMPA II

No.	Head Loss Minor						Head Loss Minor Total (HL _{Minor,Tot} = ... m)	Head Loss Total (HL _{Tot} = ... m)
	Elbow 90° (hf _{eElbow 90°} = ... m)	Elbow 45° (hf _{eElbow 45°} = ... m)	Tee (hf _{Tee} = ... m)	Ball Valve (hf _{Ball Valve} = ... m)	Turbine Flowmeter (hf _{T.Flowmeter} = ... m)	Filter Catridge (hf _{F.Catridge} = ... m)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	7.3221	4.8814	9.7628	1.2203	5.5404	0.0000	28.7270	75.0601
2	30.7893	20.5262	41.0524	5.1316	23.2972	0.0000	120.7967	283.6087
3	33.9895	22.6597	45.3194	5.6649	25.7188	0.0000	133.3523	310.8790

HEAD TOTAL

TABEL 4.3. HASIL PERHITUNGAN HEAD TOTAL DENGAN 3 (TIGA) VARIASI DEBIT MINYAK PADA POMPA II

No.	Head Pompa					
	Head Tekanan Pompa (HT _{Pompa} = ... m)	Head Kecepatan (H _V = ... m)	Head Geodetik (H _G = ... m)	Head Statis / Elevasi (H _Z = ... m)	Head Pompa Total (H _{pompa,Tot} = ... m)	Head Total (H _{Total} = ... m)
1	2	3	4	5	6	7
1	2.5727	6.1017	0.0000	3.0850	11.7594	86.8195
2	2.5727	25.6578	0.0000	3.0550	31.2854	314.8941
3	2.5727	28.3246	0.0000	3.0750	33.9723	344.8513

LAMPIRAN 18 : Analisa dan Perhitungan Data Penelitian Manual Metode Tampung R3 Pompa 2

ANALISA DAN PERHITUNGAN DATA PENELITIAN PERHITUNGAN KEHILANGAN ENERGI (HEAD LOSS)

GRAVITASI (RESERVOIR 2 KE RESERVOIR 3)

ANALISA DATA PENGUJIAN KETIGA

Debit Aliran Variasi I ($Q_{var,I}$)	:	133.080	Liter/Jam	0.13308	M ³ /Jam	0.0000370	M ³ /Detik
Debit Aliran Variasi II ($Q_{var,II}$)	:	12,793.920	Liter/Jam	12.79392	M ³ /Jam	0.0035539	M ³ /Detik
Debit Aliran Variasi III ($Q_{var,III}$)	:	14,558.400	Liter/Jam	14.5584	M ³ /Jam	0.0040440	M ³ /Detik
Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M		
Panjang Pipa (L)	:	305.5	CM	3.0550	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	°C				
Density Minyak / Berat Jenis Minyak (ρ) 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)	:	0					
Jumlah Elbow (Elbow) 45° (NE II)	:	0					
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)	:	0					
Jumlah Water Filter Cartridge (NFC I)	:	0					
Nilai C untuk Pipa PVC 3/4"	:	120					

Lanjutan Analisa dan Perhitungan Data Penelitian Analisa dan Perhitungan Data Penelitian Manual Metode Tampung R3 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	0.0000	M ³ /Jam	0.0000	M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.4416	M ²				
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Suction (V _s)	:	0.0000	M/Detik				

Kecepatan Pompa Minyak Solar Discharge / Buang Metode Tampung 1

Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M		
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	133.080	Liter/Jam	0.13308	M ³ /Jam	0.0000370	M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.00028	M ²				
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	0.1298	M/Detik				

Metode Tampung 2

Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M		
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	12793.92	Liter/Menit	12.7939	M ³ /Jam	0.00355387	M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.0003	M ²				
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	12.4750	M/Detik				

Metode Tampung 3

Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M		
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	14558.4	Liter/Menit	14.5584	M ³ /Jam	0.004044	M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.0003	M ²				
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	14.1955	M/Detik				

LAMPIRAN 19 : Hasil Perhitungan Kehilangan Energi (*Head Loss*) pada Manual Metode Tampung R3 Pompa 2

PERHITUNGAN KEHILANGAN ENERGI (HEAD LOSS) TRANSFER MINYAK KETIGA
DARI RESERVOIR II KE RESERVOIR III (GRAVITASI)

HEAD LOSS MAJOR

TABEL 4.1. HASIL PERHITUNGAN HEAD LOSS MAJOR DENGAN 3 (TIGA) VARIASI DEBIT MINYAK PADA SISTEM GRAVITASI

No.	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= ...)	Head Loss Mayor (hf _{Mayor} = ... m)	Jenis Aliran
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.00028	0.00004	0.1298	478.4662	0.1338	0.0676	0.0093	Laminar
2	0.00028	0.00355	12.4750	45.998.3374	0.0014	0.0216	27.4474	Turbulen
3	0.00028	0.00404	14.1955	52,342.2216	0.0012	0.0209	34.4108	Turbulen

HEAD LOSS MINOR

TABEL 4.2. HASIL PERHITUNGAN HEAD LOSS MINOR DENGAN 3 (TIGA) VARIASI DEBIT MINYAK PADA SISTEM GRAVITASI

No.	Head Loss Minor						Head Loss Minor Total (HL _{Minor,Tot} = ... m)	Head Loss Total (HL _{Tot} = ... m)
	Elbow 90 ⁰ (hf _{Ebrow 90⁰} = ... m)	Elbow 45 ⁰ (hf _{Ebrow 45⁰} = ... m)	Tee (hf _{Tee} = ... m)	Ball Valve (hf _{Ball Valve} = ... m)	Turbine Flowmeter (hf _{T.Flowmeter} = ... m)	Filter Catridge (hf _{F.Catridge} = ... m)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.0000	0.0000	0.0007	0.0001	0.0000	0.0000	0.0008	0.0101
2	0.0000	0.0000	6.3456	0.7932	0.0000	0.0000	7.1388	34.5863
3	0.0000	0.0000	8.2166	1.0271	0.0000	0.0000	9.2437	43.6545

HEAD TOTAL

TABEL 4.3. HASIL PERHITUNGAN HEAD TOTAL DENGAN 3 (TIGA) VARIASI DEBIT MINYAK PADA SISTEM GRAVITASI

No.	Head Pompa					
	Head Tekanan Gravitasi (HT _{Grav} = ... m)	Head Kecepatan (H _v = ... m)	Head Geodetik (H _G = ... m)	Head Statis / Elevasi (H _z = ... m)	Head Gravitasi Total (H _{Grav,Tot} = ... m)	Head Total (H _{Total} = ... m)
1	2	3	4	5	6	7
1	2.5318	0.0009	0.0000	2.9550	5.4876	5.4977
2	2.5318	7.9320	0.0000	2.8950	13.3588	47.9450
3	2.5318	10.2708	0.0000	3.0050	15.8076	59.4620

LAMPIRAN 20 : Analisa dan Perhitungan Data Penelitian *Turbine Flowmeter 3*

Pompa 3

ANALISA DAN PERHITUNGAN DATA PENELITIAN PERHITUNGAN KEHILANGAN ENERGI (HEAD LOSS)

POMPA 3 (RESERVOIR 3 KE RESERVOIR 4)

ANALISA DATA PENGUJIAN KEEMPAT

Debit Aliran Variasi I ($Q_{Var,I}$)	:	9,844.385	Liter/Jam	9.8443848	M ³ /Jam	0.0027346	M ³ /Detik
Debit Aliran Variasi II ($Q_{Var,II}$)	:	21,242.956	Liter/Jam	21.2429556	M ³ /Jam	0.0059008	M ³ /Detik
Debit Aliran Variasi III ($Q_{Var,III}$)	:	26,523.050	Liter/Jam	26.5230504	M ³ /Jam	0.0073675	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	°C		
Density Minyak / Berat Jenis Minyak (ρ) 15°C	:			871.00	Kg/m ³		
Viskositas Kinematik Minyak (μ) 40°C	:			0.0000045	M ² /s	MAKSIMUM	2.0
Viskositas Dinamik Minyak (μ) 40°C	:			0.0045	Kg/m.s	MAKSIMUM	2.0
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			

Lanjutan Analisa dan Perhitungan Data Penelitian 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)	:	9844.3848	Liter/Menit	9.8444	M ³ /Jam	0.002734551	M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.00028	M ²				
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _b)	:	9.5990	M/Detik				

Flowmeter 3

Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M		
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	21242.9556	Liter/Menit	21.2430	M ³ /Jam	0.005900821	M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.00028	M ²				
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _b)	:	20.7135	M/Detik				

Flowmeter 3

Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M		
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	26523.0504	Liter/Menit	26.5231	M ³ /Jam	0.007367514	M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.00028	M ²				
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _b)	:	25.8620	M/Detik				

LAMPIRAN 21 : Hasil Perhitungan Kehilangan Energi (*Head Loss*) pada *Turbine Flowmeter 3 Pompa 3*

PERHITUNGAN KEHILANGAN ENERGI (HEAD LOSS) TRANSFER MINYAK KEEMPAT
DARI RESERVOIR III KE RESERVOIR IV (POMPA III)

HEAD LOSS MAYOR

TABEL 4.1. HASIL PERHITUNGAN HEAD LOSS MAYOR DENGAN 3 (TIGA) VARIASI DEBIT MINYAK PADA POMPA III

No.	Luas Penampang ($A = \dots m^2$)	Debit Aliran ($Q = \dots m^3/s$)	Kecepatan Aliran ($V = \dots m/s$)	Angka Reynold ($Re = \dots$)	Faktor Gesek ($f = \dots$)	Faktor Gesek Pipa Halus ($f = \dots$)	Head Loss Mayor ($hf_{Mayor} = \dots m$)	Jenis Aliran
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.00028	0.0027	9.5990	35393.7912	0.0018	0.0230	16.7604	Turbulen
2	0.00028	0.0059	20.7135	76375.3907	0.0008	0.0190	64.3917	Turbulen
3	0.00028	0.0074	25.8620	95359.0628	0.0007	0.0180	94.9608	Turbulen

HEAD LOSS MINOR

TABEL 4.2. HASIL PERHITUNGAN HEAD LOSS MINOR DENGAN 3 (TIGA) VARIASI DEBIT MINYAK PADA POMPA III

No.	Head Loss Minor						Head Loss Minor Total ($HL_{Minor,Tot} = \dots m$)	Head Loss Total ($HL_{Tot} = \dots m$)
	Elbow 90° ($hf_{Elbow 90} = \dots m$)	Elbow 45° ($hf_{Elbow 45} = \dots m$)	Tee ($hf_{Tee} = \dots m$)	Ball Valve ($hf_{Ball Valve} = \dots m$)	Turbine Flowmeter ($hf_{T.Flowmeter} = \dots m$)	Filter Catridge ($hf_{F.Catridge} = \dots m$)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	4.2267	3.7570	3.7570	0.4696	4.2642	0.0000	16.4745	33.2349
2	19.6811	17.4943	17.4943	2.1868	19.8560	0.0000	76.7125	141.1042
3	30.6808	27.2718	27.2718	3.4090	30.9535	0.0000	119.5868	214.5476

HEAD TOTAL

TABEL 4.3. HASIL PERHITUNGAN HEAD TOTAL DENGAN 3 (TIGA) VARIASI DEBIT MINYAK PADA POMPA III

No.	Head Pompa					
	Head Tekanan Pompa ($HT_{Pompa} = \dots m$)	Head Kecepatan ($H_v = \dots m$)	Head Geodetik ($H_G = \dots m$)	Head Statis / Elevasi ($H_z = \dots m$)	Head Pompa Total ($H_{pompa,Tot} = \dots m$)	Head Total ($H_{Total} = \dots m$)
1	2	3	4	5	6	7
1	12.2886	4.6963	0.0000	0.1620	17.1469	50.3818
2	8.1924	21.8679	0.0000	0.2170	30.2773	171.3814
3	1.1703	34.0897	0.0000	0.1590	35.4191	249.9667

LAMPIRAN 22 : Analisa dan Perhitungan Data Penelitian *Turbine Flowmeter* 4

Pompa 3

ANALISA DAN PERHITUNGAN DATA PENELITIAN PERHITUNGAN KEHILANGAN ENERGI (HEAD LOSS)

POMPA 3 (RESERVOIR 3 KE RESERVOIR 5)

ANALISA DATA PENGUJIAN KELIMA

Debit Aliran Variasi I ($Q_{var,I}$)	:	9,438.900	Liter/Jam	9.4389	M ³ /Jam	0.0026219	M ³ /Detik
Debit Aliran Variasi II ($Q_{var,II}$)	:	21,317.950	Liter/Jam	21.31795	M ³ /Jam	0.0059217	M ³ /Detik
Debit Aliran Variasi III ($Q_{var,III}$)	:	23,614.318	Liter/Jam	23.61432	M ³ /Jam	0.0065595	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					

Lanjutan Analisa dan Perhitungan Data Penelitian 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 2**

Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M		
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	9438.9	Liter/Menit	9.4389	M ³ /Jam	0.00262192	M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.00028	M ²				
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	9.2036	M/Detik				

Flowmeter 2

Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M		
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	21317.9496	Liter/Menit	21.3179	M ³ /Jam	0.00592165	M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.00028	M ²				
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	20.7866	M/Detik				

Flowmeter 2

Diameter Pipa (D)	:	0.75	Inchi	0.01905	M		
Debit Aliran Flowmeter (Q)	:	23614.3176	Liter/Menit	23.6143	M ³ /Jam	0.00655953	M ³ /Detik
Luas Penampang Pipa (A)	:	0.00028	M ²				
Jadi Kecepatan Pompa Minyak Discharge (V _D)	:	23.0257	M/Detik				

LAMPIRAN 23 : Hasil Perhitungan Kehilangan Energi (*Head Loss*) pada *Turbine Flowmeter* 4 Pompa 3

PERHITUNGAN KEHILANGAN ENERGI (HEAD LOSS) TRANSFER MINYAK KELIMA
DARI RESERVOIR III KE RESERVOIR V (POMPA III)

HEAD LOSS MAYOR

TABEL 4.1. HASIL PERHITUNGAN HEAD LOSS MAYOR DENGAN 3 (TIGA) VARIASI DEBIT MINYAK PADA POMPA III

No.	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= ...)	Head Loss Mayor (hf _{Mayor} = ... m)	Jenis Aliran
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.00028	0.0026219	9.2036	33,912.5632	0.0019	0.0233	20.0595	Turbulen
2	0.00028	0.0059217	20.7866	76,592.2208	0.0008	0.0190	83.4664	Turbulen
3	0.00028	0.0065595	23.0257	84,842.7293	0.0008	0.0185	99.8306	Turbulen

HEAD LOSS MINOR

TABEL 4.2. HASIL PERHITUNGAN HEAD LOSS MINOR DENGAN 3 (TIGA) VARIASI DEBIT MINYAK PADA POMPA III

No.	Head Loss Minor						Head Loss Minor Total (HL _{Minor,Tot} = ... m)	Head Loss Total (HL _{Tot} = ... m)
	Elbow 90° (hf _{eElbow 90°} = ... m)	Elbow 45° (hf _{eElbow 45°} = ... m)	Tee (hf _{Tee} = ... m)	Ball Valve (hf _{Ball Valve} = ... m)	Turbine Flowmeter (hf _{T.Flowmeter} = ... m)	Filter Catridge (hf _{F.Catridge} = ... m)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	5.1808	3.4539	4.3174	0.6476	3.9202	0.00000	17.5199	37.5794
2	26.4271	17.6180	22.0226	3.3034	19.9965	0.00000	89.3675	172.8339
3	32.4272	21.6181	27.0226	4.0534	24.5365	0.00000	109.6578	209.4885

HEAD TOTAL

TABEL 4.3. HASIL PERHITUNGAN HEAD TOTAL DENGAN 3 (TIGA) VARIASI DEBIT MINYAK PADA POMPA III

No.	Head Pompa					
	Head Tekanan Pompa (HT _{Pompa} = ... m)	Head Kecepatan (H _V = ... m)	Head Geodetik (H _G = ... m)	Head Statis / Elevasi (H _Z = ... m)	Head Pompa Total (H _{pompa,Tot} = ... m)	Head Total (H _{Total} = ... m)
1	2	3	4	5	6	7
1	8.7705	4.3174	0.0000	0.1120	13.1999	50.7793
2	5.8470	22.0226	0.0000	0.1720	28.0416	200.8754
3	0.0409	27.0226	0.0000	0.2010	27.2646	236.7530

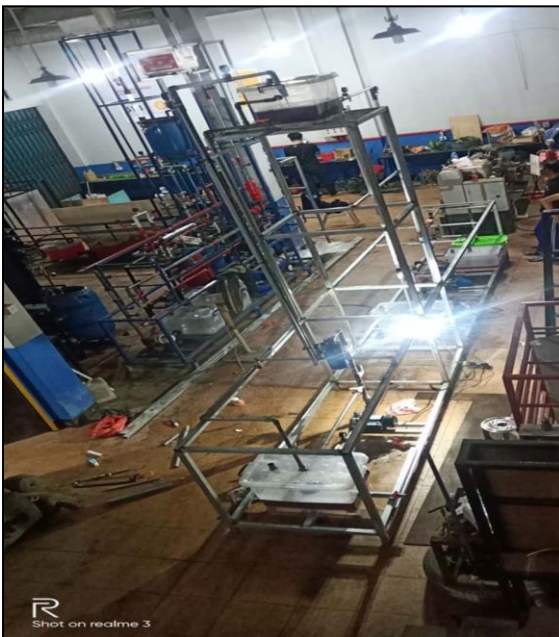
LAMPIRAN 24 : Dokumentasi Penelitian



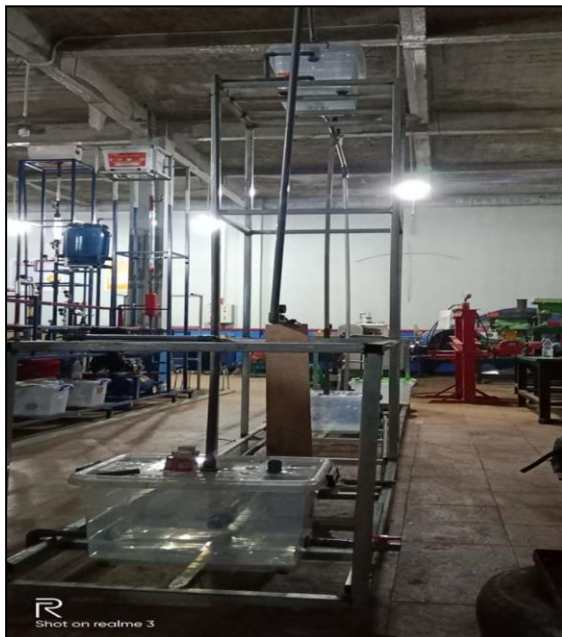
Peneliti



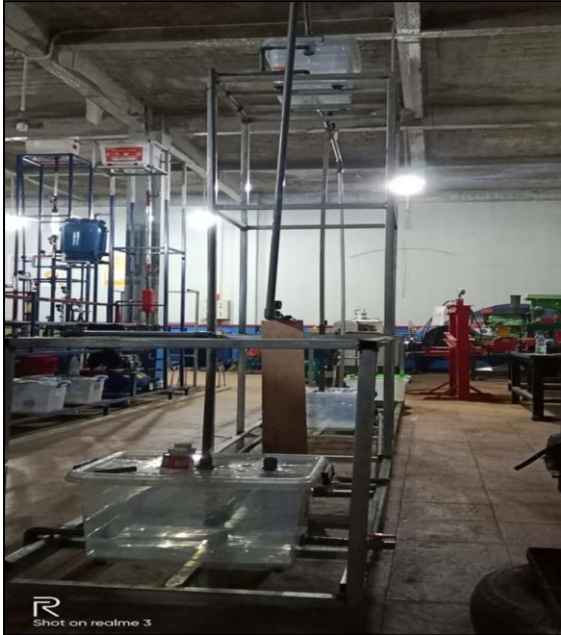
Rangka Alat Uji



Rangka Alat Uji



Reservoir



Reservoir



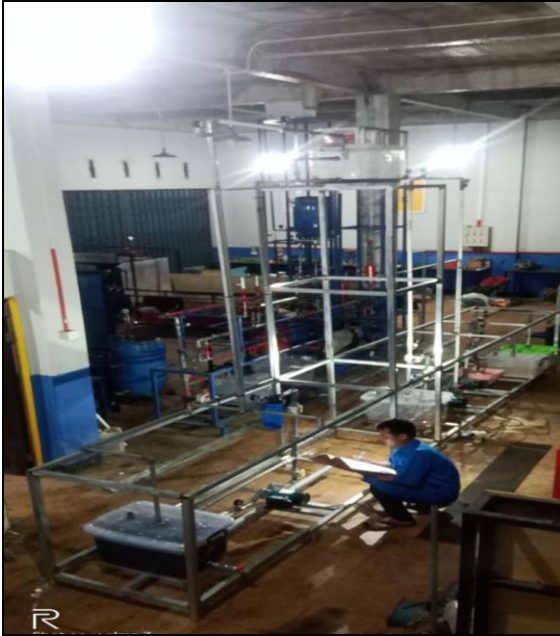
Reservoir Berisi Fluida Minyak Solar



Kalibrasi *Turbine Flowmeter*



Turbine Flowmeter



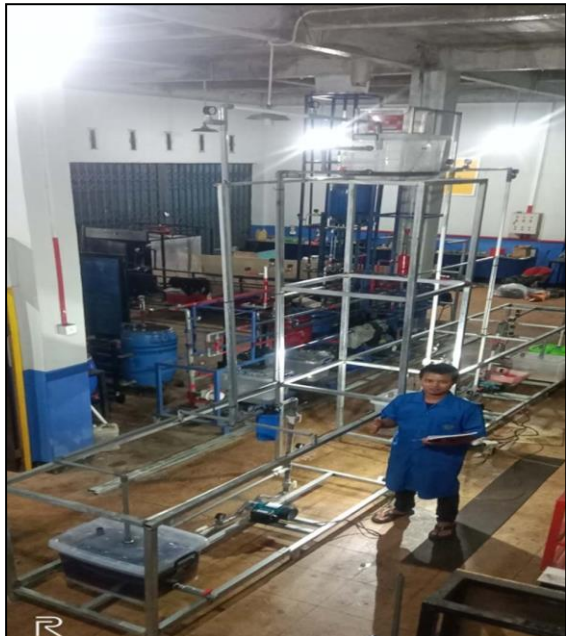
Pengambilan Data Pressure Gauge



Pengambilan Data Turbine Flowmeter



Pengambilan Data Turbine Flowmeter



Pengambilan Data Selesai

LAMPIRAN 25 : ASTM 53_MINYAK SOLAR_CARGO

DI PRINT