ANALISA UNJUK KERJA *HOT WELL PUMP* UNIT 3 PLTP ULUBELU TANGGAMUS - LAMPUNG

Zein Muhamad[1], Bambang Pratowo[2], Fadhilah Ruhendi Putra[3]

[1]Program studi Teknik Mesin, Universitas Bandar Lampung (UBL)

Email : zein.muhamad@.ubl.ac.id

[2]Program studi Teknik Mesin, Universitas Bandar Lampung (UBL)

Email : bambang.pratowo@.ubl.ac.id

[3]Program studi Teknik Mesin, Universitas Bandar Lampung (UBL)

Email :fadhilahruhendiputra@gmail.com

Abstrak

PLTP Ulubelu yang berlokasi di pekon Muara Dua, Kecamatan Ulubelu, Tanggamus, Lampung merupakan PLTP yang terbagi menjadi 4 unit, untuk unit 1 dan 2 pihak PT Pertamina Geothermal Energy hanya menyuplai steam (uap) yang nantinya akan dimanfaatkan oleh PLTP milik PLN dan untuk unit 3 dan 4 pengoperasian seluruhnya dilakukan oleh PT Pertamina Geothermal Energy mulai dari hulu hingga hilir. PLTP Ulubelu sendiri memiliki kapasitas 4 x 55 MW dimana PLTP ini memanfaatkan panas bumi yang berasal dari *reservoir* (perut bumi) yang nantinya akan dimanfaatkan untuk memutar turbin yang telah terhubung ke generator untuk menghasilkan energi listrik.

Uap sisa yang telah dimanfaatkan untuk memutar turbin nantinya akan dikondensasikan didalam kondesor dan hasil dari kondensasi yang terjadi didalam kondensor akan dialirkan menggunakan *main cooling equipment* yaitu *hot well pump* ke *cooling tower* (menara pendingin) untuk didinginkan kembali. Kinerja dari *Hot well pump* disini sangat berpengaruh untuk mengalirkan fluida yang berasal dari kondesor ke *cooling tower*. Oleh karena itu menjadi latar belakang penulis untuk melakukan analisa unjuk kerja terhadap *Hot well pump* pada PLTP Ulubelu unit 3 guna mengatahui unjuk kerja dari pompa tersebut.

Hasil dari analisa unjuk kerja terhadap *Hot Well Pump* ini penulis berharap dapat dijadikan data pembanding antara kinerja data aktual dangan data teknis, dan juga menjadi data pembanding antara data aktual sebelum unit 3 melakukan *over houl* dengan data setelah unit 3 melakukan *over houl* yang akan dilakukan pada bulan Oktober tahun 2022 nanti (tentative).

Kata kunci : PLTP, Energi Terbarukan, *Hot well pump*

Latar Belakang Masalah

Seiring dengan semakin berkembangnya kemajuan teknologi maka, semakin meningkat juga kebutuhan manusia terhadap kebutuhan listrik guna memenuhi keperluan sehari-hari, ini yang melandasi perusahaan yang bergerak dibidang jasa pembangkit listrik untuk dapat memenuhi kebutuhan listrik tersebut. Salah satunya ialah PT Pertamina Geothermal Energy Area Ulubelu yang memanfaatkan energi panas bumi di Indonesia menjadi energi listrik.

Menurut UU No. 27 Tahun 2003 Tentang Panas Bumi, Panas Bumi merupakan sumber energi panas yang terkandung di dalam air panas, uap air, dan batuan bersama mineral ikutan dan gas

lainnya yang secara genetik semuanya tidak dapat dipisahkan dalam suatu sistem Panas Bumi dan untuk pemanfaatannya diperlukan proses penambangan. Dalam hal ini panas bumi merupakan *renewable energy* yang sangat berpotensial di Indonesia, dikarenakan Indonesia terdiri atas kepulauan dan jika dilihat dari posisi dan geografisnya, Indonesia merupakan negara yang termasuk bagian dari lintasan *The Pasific Ring of Fire* (Cincin Api Pasifik). Hal ini bisa menjadi solusi bagi Indonesia untuk mengatasi kebutuhan energi nasional yang terus meningkat.

Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan uap panas yang berasal dari *reservoir* di dalam perut bumi. Uap panas dari perut bumi ini membawa partikel dan juga merupakan campuran dari fasa uap dan cair, oleh karena itu perlu dilakukan pemisahan terlebih dahulu didalam separator. Setelah melewati pemisahan pada separator, uap panas tersebut akan dimanfaatkan untuk memutar turbin yang telah terhubung ke generator, sedangkan air panas (*brine*) yang terbawa naik ke permukaan akan diinjeksikan kembali ke dalam perut bumi melalu sumur reinjeksi. Setelah uap memutar turbin *exhaust steam* (uap bekas) dari turbin akan dikondensasikan di dalam kondensor menggunakan air pendingin yang berasal dari *cooling tower*. Hasil kondensasi dari kondensor dialirkan kembali ke *cooling tower* menggunakan *main cooling equipment* yaitu dengan pompa yang bernama *Hot Well Pump*.

Hot well pump dalam hal ini berfungsi untuk memompa air kondensat hasil dari kondensasi didalam kondenser menuju *cooling tower* guna didinginkan kembali. Kinerja komponen ini dalam memompakan air kondensat menuju *Cooling tower* sangat berpengaruh terhadap efisiensi sistem PLTP. Dalam skripsi ini penulis akan melakukan analisa unjuk kerja terhadap *Hot well pump* pada PLTP Ulubelu Unit 3 PT. Pertamina Geothermal Enery.

Alat

Alat-alat yang digunakan penulis dalam pengumpulan data guna menyelesaikan penilitan ini, diantaranya:

1. PC (*Personal Computer*) berbasis DCS (*Distributed Control System*)



PC berbasis DCS berfungsi sebagai *receiver* (penerima), yang dapat digunakan untuk menampilkan dan memonitoring parameter berupa data yang ada dilokal.

2. *Pressure Transmitter*



Pressure Transmitter berfungsi untuk menstandarisasi data tekanan dari sensor yang dipasang di lapangan, lalu data tersebut dikirimkan ke PC yang berbasis DCS. Dalam hal ini data tekanan yang dimonitoring yaitu tekanan masuk dan tekanan keluar dari *Hot well pump*

3. *Flow Transmitter*



Flow Transmitter berfungsi untuk menstandarisasi data laju aliran dari sensor yang dipasang pada sisi *outlet Hot well pump*, lalu data tersebut dikirimkan ke PC yang berbasis DCS. Dalam hal ini data laju aliran yang dimonitoring yaitu laju aliran keluaran dari *Hot well pump*



4. *Pressure Gauge*

Pressure Gauge berfungsi untuk menampilkan data tekanan secara aktual dilapang, alat ini juga sebagai data pembanding dari *pressure transmitter* adapun alat ini dipasang pada bagian *suction* dan *discharge* pompa.

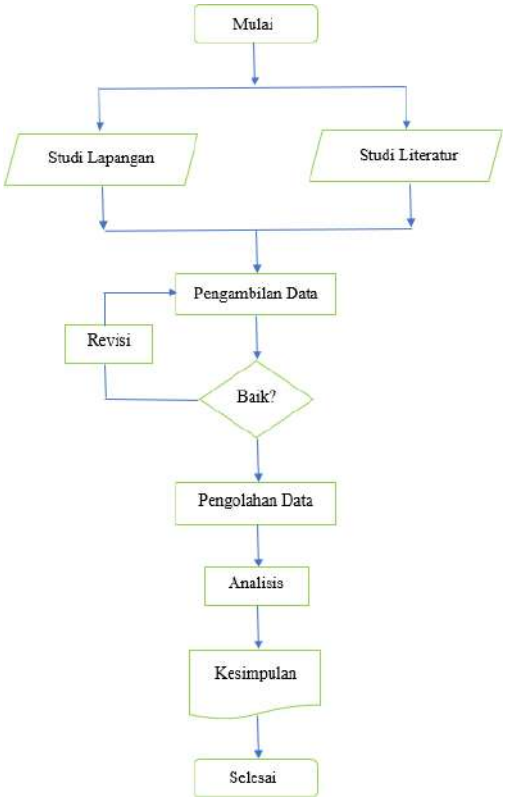
5. *Medium Voltage Panel*



Medium Voltage Panel berfungsi untuk menampilkan data arus dan tegangan dari *Hot well pump*.

Diagram Alir Penelitian

Untuk mempermudah dalam langkah pengerjaan maka dibuat aliran penelitian sebagai berikut:



Perhitungan

Data pengamatan diperoleh dari *Hot well pump* unit 3 di PLTP Ulubelu, Tanggamus – Lampung yang sedang beroperasi. Prosedur uji performa di PLTP Ulubelu Unit 3 masuk dalam klasifikasi *simple cycle with recovery* pada ASME PTC 46-1996 dimana pengamatan diambil setiap 5 menit sekali selama 1 jam.

Tabel 4. 1Recomended Test Run Duration

Type of Plant	Stabilization	Test Run
Gas Fired Boiler	1 hour	2 hours
Oil Fired Boiler	1 hour	2 hours
Pulverized coal- fired boiler	1 hour	2 hours
Fluidized Bed Combustor	24 hours*	4 hours
Simple Cycle with Heat Recovery	1 hour	1 hours
Combined Cycle	1 hour	1 hours
Reciprocating Engines	1 hour	4 hours

(Sumber: ASME PTC 46 – 1996 Overall Plant Performance)

Berikut adalah hasil pengambilan data yang dilakukan pada 14 Juli 2022 pukul 01:00 sampai 02:00 dengan interval 5 menit per data:

Time		UNIT 3												
		Common				HWP A				HWP B				
		P. Cond	Cos Phi	V	T	Q	I	P1	P2	Q	I	P1	P2	
		Pressure Condenser	Power Factor	Voltage	Temperature Fluida	Mass Flow Fluida	Current	Pressure Suction	Pressure Discharge	Mass Flow Fluida	Current	Pressure Suction	Pressure Discharge	
		bara		(Volt)	(°C)	(ton/h)	(Ampere)	(barg)	(barg)	(ton/h)	(Ampere)	(barg)	(barg)	
7/14/2022 1:05	DATA	0.082	0.838	6.196	38.441	9561.01	85.455	-0.267	1.949	9755.62	82.663	-0.244	1.873	
7/14/2022 1:10		0.082	0.838	6.195	38.405	9444.90	86.462	-0.266	1.944	9727.19	82.949	-0.244	1.886	
7/14/2022 1:15		0.082	0.838	6.189	38.356	9564.47	85.318	-0.266	1.976	9734.82	83.636	-0.244	1.880	
7/14/2022 1:20		0.082	0.838	6.196	38.381	9511.07	84.677	-0.262	1.941	9722.29	83.247	-0.240	1.891	
7/14/2022 1:25		0.081	0.838	6.200	38.295	9539.76	85.719	-0.269	1.959	9744.38	82.869	-0.246	1.874	
7/14/2022 1:30		0.081	0.839	6.192	38.173	9535.34	85.593	-0.269	1.943	9732.17	83.91	-0.243	1.880	
7/14/2022 1:35		0.081	0.839	6.195	38.221	9494.84	85.627	-0.266	1.943	9717.87	82.972	-0.241	1.893	
7/14/2022 1:40		0.081	0.839	6.191	38.099	9374.43	86.050	-0.268	1.963	9687.68	83.43	-0.244	1.904	
7/14/2022 1:45		0.081	0.839	6.194	38.075	9512.32	84.489	-0.268	1.963	9717.39	83.727	-0.246	1.889	
7/14/2022 1:50		0.081	0.839	6.195	38.063	9361.67	87.195	-0.271	1.958	9687.92	83.281	-0.245	1.903	
7/14/2022 1:55		0.080	0.840	6.194	38.051	9495.53	85.078	-0.268	1.995	9732.49	83.338	-0.245	1.882	
7/14/2022 2:00		0.080	0.839	6.197	38.063	9461.27	85.890	-0.273	1.960	9745.74	82.72	-0.248	1.875	

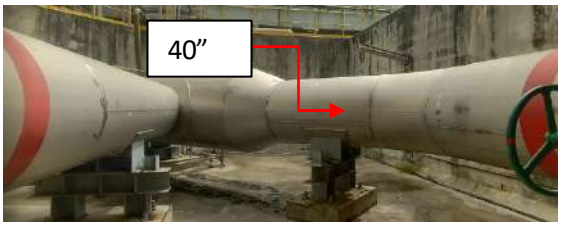
Tabel 4. 2 Data Running Test HWP Unit 3 Selama 1 Jam

Berdasarkan hasil pengamatan diatas, perlu dilakukan konfersi satuan untuk mempermudah perhitungan

Keterangan	Simbol	Konversi Satuan
Kapasitas laju aliran	Q	$9561.01\ {}^{T}/_{h} = \frac{9561.01}{3600} {}^{m^3}/_{s} = 2.655\ {}^{m^3}/_{s}$
Diameter Pipa	D	$40"\ (inch) = 1.016\ m$ $60"\ (inch) = 1.516\ m$
Massa Jenis Fluida	ρ	$993\ {}^{kg}/_{m^3}$
Viskositas Air	μ	$0.001\ {}^{N.s}/_{m^2}$
Percepatan Gravitasi	g	$9.81\ {}^{m}/_{s^2}$
Temperatur Fluida	°C	38.441 °C
Pressure	P	$1\ ATM = 1\ Bar = 100000\ {}^{N}/_{m^2}$ $0.082\ Bara = 8200\ {}^{N}/_{m^2}$

Berikut merupakan hasil perhitungan satu dari dua belas sample yang diambil ketika Running Test HWP A Unit 3 PLTP Ulubelu, Lampung:

4.2.1 Kecepatan Rata-rata Aliran pada Pipa 40”



$$V = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} x D^2}$$

$$V = \frac{2.655\ {}^{m^3}/_{s}}{\frac{\pi}{4} x 1.016^2\ m}$$

$$V = 3.277\ {}^{m}/_{s}$$

4.2.2 Kecepatan Rata-rata Aliran pada Pipa 60”



$$V = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} x D^2}$$

$$V = \frac{2.655\ {}^{m^3}/_{s}}{\frac{\pi}{4} x 1.524^2\ m}$$

$$V = 7.857\ {}^{m}/_{s}$$

4.2.3 Bilangan Reynold

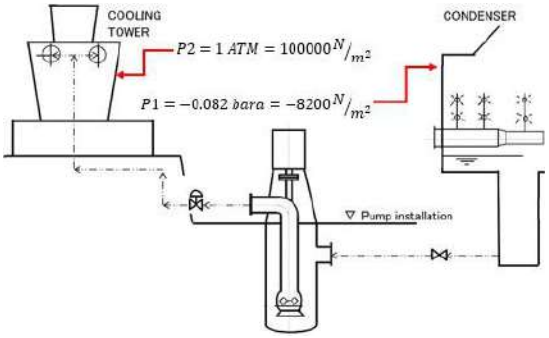
$$Re = \frac{\rho . Q}{\mu . \frac{1}{4} . \pi . d}$$

$$Re = \frac{993\ {}^{kg}/_{m^3} \quad x\ 2.655\ {}^{m^3}/_{s}}{0.001\ {}^{N.s}/_{m^2} \quad . \frac{1}{4} . \pi . 1.524\ m}$$

$$Re = 2204427$$

Dari hasil perhitungan didapati $Re > 4000$, maka untuk alirannya bersifat turbulen

4.2.4 Perbedaan Tekanan (Δhp)



$$(\Delta hp) = \frac{P2-P1}{\rho x g}$$

$$(\Delta hp) = \frac{100000\ ^N/_{m^2} - 8200\ ^N/_{m^2}}{993\ kg/_{m^3}\ x\ 9.81\ m/_{s^2}}$$

$$(\Delta hp) = 9.423$$

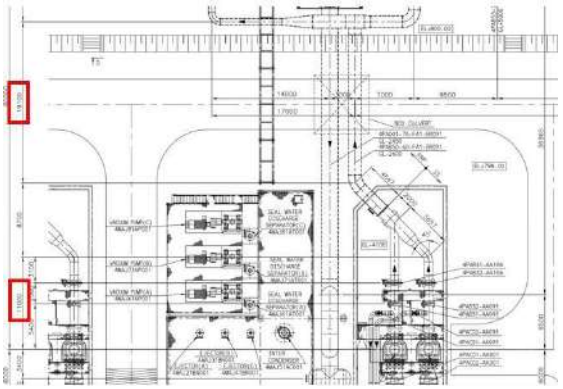


II. Design Condition

Typical Service	Service Class	Design Pressure [bar g]	Design Temperature [°C]	Page
1. Main Steam	AA10 (1)	9.8	185	7
2. Ejector Driving Steam	AA10 (1)	9.8	185	7
3. Gland Seal Steam (Upstream of Gland Steam Control Valve)	AG1(1)	9.8	185	8
4. Gland Seal Steam (Downstream of Gland Steam Control Valve)	AG1(2)	0.1	185	9
5. Gland Leakage Steam	KG1(1)	ATM	155	10
6. Gland Leakage Steam Drain	KG1(1)	ATM	155	10
7. Vacuum Breaking Line	AG1(3)	0~FV	90	11
8. Turbine Drain	KA1 (5)	9.8	185	12
9. Steam Piping Drain	KA1 (5)	9.8	185	12
10. Atmosphere Flash Vessel Drain	KA1(1)/PA1(1)	ATM	60	13
11. Main Cooling Water (HWP discharge to confluence point)	KA1 (2)	5.4 & FV	70	14
12. HWP Minimum Flow	KA1 (2)	5.4 & FV	70	14
13. Main Cooling Water (Condenser to HWP Suction)	KA1(8)/FA1 (1)	1.0 & FV	70	15
14. Main Cooling Water (HWP Discharge Confluence point to C/T)	KA1(2)/FA1 (2)	5.4 & FV	70	16
15. Main Cooling Water (C/T to Condenser)	KA1 / FA1 (3)	1.0 & FV	40	17

4.2.5 Kerugian Gesek Akibat Pipa Lurus

Dikarenakan material pipa yang digunakaan *Stainless Steel* dengan spesifikasi A240 type 316L STD SAW Bevel (ASME B.36.19) *both welded and seamless stainless steel pipes* (pipa baja tahan karat yang di las dan mulus/halus) dan aliran didalamnya memiliki sifat turbulen, maka rumus empiris yang digunakan yaitu Rumus Hazen Williams



$$hf1 = \frac{10.666 x Q^{1.85}}{C^{1.85} x D^{4.85}} xL$$

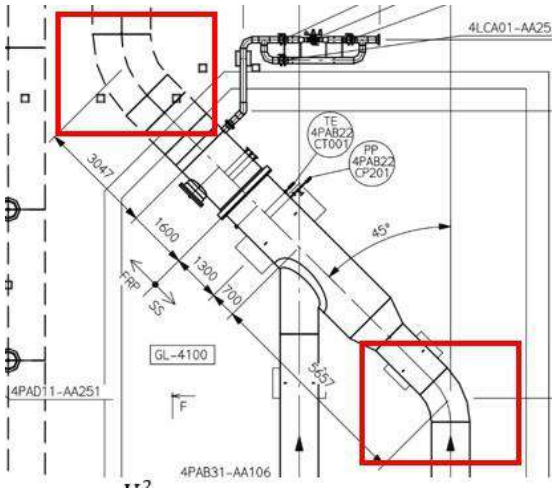
$$hf1_{40"} = \frac{10.666 x 2.655\ ^{1.85}\ m^3/_s}{130^{1.85} x 1.016\ ^{4.85}\ m} x\ 11m$$

$$hf1_{40"} = 0.081\ m$$

$$hf1_{60"} = \frac{10.666 x 2.655\ ^{1.85}\ m^3/_s}{130^{1.85} x 1.524\ ^{4.85} m} x\ 19.1\ m$$

$$hf1_{60"} = 0.019\ m$$

4.2.6 Kerugian Gesek Akibat



Belokan 45°

$$hf2 = fx \frac{V^2}{2xg}$$

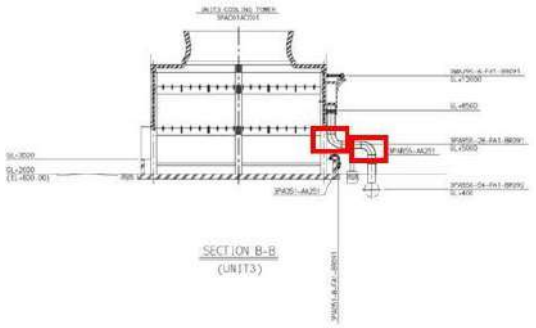
$$hf2_{40"} = 0.236x \frac{3.277^2\ ^m/_s}{2\ x\ 9.81\ ^m/_{s^2}}$$

$$hf2_{40"} = 0.129\ m$$

$$hf2_{60"} = 0.236x \frac{7.857^2\ {}^{m}/_{s}}{2\ x\ 9.81\ {}^{m}/_{s^2}}$$

$$hf2_{60"} = 0.742\ m$$

4.2.7 Kerugian Gesek Akibat Belokan 90°



$$hf3 = fx \frac{v^2}{2xg}$$

$$hf3 = 1.129x \frac{3.277^2\ {}^{m}/_{s}}{2x9.81\ {}^{m}/_{s^2}}$$

$$hf3 = 0.618\ m,$$

$$dikarenakan\ pada\ jalur\ ada\ 2\ buah,$$

$$maka\ 0.618\ x\ 2 = 1.236\ m$$

4.2.8 Kerugian Karena Pembesaran



Penampang Secara Gradual

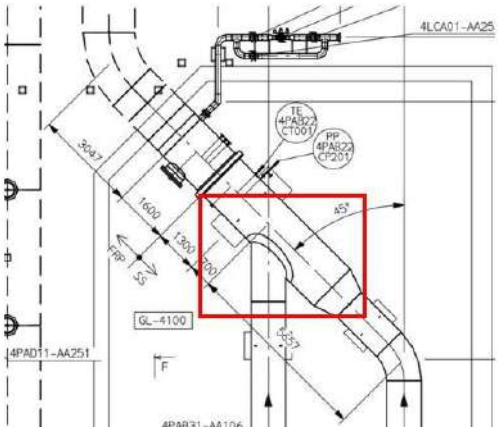
$$hf4 = fx \frac{(v1 - v2)^2}{2xg}$$

$$hf4 = 1\ x \frac{(3.277\ {}^{m}/_{s} - 7.857\ {}^{m}/_{s})^2}{2\ x\ 9.81\ {}^{m}/_{s^2}}$$

$$hf4 = 1.069\ m$$

4.2.9 Kerugian Karena rcabangan dan Pertemuan Pipa





$$hf_{1-3} = f_1 x \frac{{v_3}^2}{2xg}$$

$$hf_{1-3} = 0.06\ x \frac{7.857^2\ {}^{m}/_{s}}{2\ x\ 9.81\ {}^{m}/_{s^2}}$$

$$hf_{1-3} = 0.188\ m$$

$$hf_{2-3} = f_2 x \frac{{v_3}^2}{2xg}$$

$$hf_{2-3} = 0.22\ x \frac{7.857^2\ {}^{m}/_{s}}{2\ x\ 9.81\ {}^{m}/_{s^2}}$$

$$hf_{2-3} = 0.692\ m$$

4.2.10 Kerugian Head di Katup



$$h_v = f_v x \frac{v^2}{2xg}$$

$$h_v = 0.16\ x \frac{3.277^2\ {}^{m}/_{s}}{2\ x\ 9.81\ {}^{m}/_{s^2}}$$

$$h_v = 0.087\ m$$

Dikarenakan katup yang terdapat pada jalur sebanyak dua, maka

$$h_v = 0.087\ m\ x\ 2$$

$$h_v = 0.175\ m$$

4.2.11 Head Total

$$H = h_a + \Delta h_p + h_f + \frac{v^2}{2g}$$

Suction head				
(+)	Condenser inner pressure (*1)	bar.a	0.080	0.080
		m	0.82	0.82
(−)	Head loss of piping and accessary	m	0.15	0.15
	Total	m	0.67	0.67

(+)	Static head (CT basin top −Condencer LWL)	m	2.90	2.90
	CT top of basin curb GL+ 3.50 m			
	Condenser LWL (NWL−150) GL+ 0.60 m			
(+)	Cooling tower required pumping head	m	8.00	8.01
	at top of basin curb			
	Internal static head		5.5	5.5
	Internal piping loss		2.50	2.51

Untuk nilai h_a (head static) dan kerugian yang terjadi pada sisi suction pompa diambil dari data Fuji Elec yaitu:

- h_a : 2.90 m + 5.5 m = 8.4 m

- Total kerugian pada sisi *suction*: 0.67 m

Untuk nilai h_f bersal dari penjumlahan dari kerugian-kerugian yang ditimbulkan dari sepanjang jalur pipa

$$H = 8.4\ m + 9.423\ m + 0.081\ m$$
$$+0.019\ m + 0.129\ m + 0.742\ m$$
$$+(0.618x2)\ m + 1.069\ m$$
$$+0.188\ m + 0.692\ m$$
$$+(0.087x2)\ m - 0.67\ m$$
$$+\frac{7.857^2\ {}^{m}/_{s}}{2\ x\ 9.81\ {}^{m}/_{s^2}}$$

$$H = 8.4\ m + 9.423\ m + 3.66\ m + \frac{7.857^2\ {}^{m}/_{s}}{2\ x\ 9.81\ {}^{m}/_{s^2}}$$

$$H = 24.635\ m$$

4.2.12 Daya Hidrolik

$$P_h = \frac{\rho\ .\ g\ .\ H\ .\ Q}{1000}$$

$$P_h = \frac{993\ {}^{kg}/_{m^3}\ x\ 9.81\ {}^{m}/_{s^2}\ x\ 24.635\ m\ x\ 2.655\ {}^{m^3}/_{s}}{1000}$$

$$P_h = 637.358\ kW$$

4.2.13 Daya Listrik Motor

$$P_m = \frac{\sqrt{3}\ .\ V\ .\ I\ .PF}{1000}$$

$$P_m = \frac{\sqrt{3}\ .\ 6196\ V\ x\ 85.455\ A\ x\ 0.838}{1000}$$

$$P_m = 768.517\ kW$$

4.2.14 Daya Poros Motor Penggerak

$$P_S = \frac{Pm}{\eta m}$$

$$P_S = \frac{768.517\ kW}{0.945\%}$$

$$P_S = 813.246\ kW$$

4.2.15 Effisiensi Pompa

$$\eta_p = \frac{P_h}{P_s}\ x\ 100\%$$

$$\eta_p = \frac{637.358\ kW}{813.246\ kW}\ x\ 100\%$$

$$\eta_p = 78.372\ \%$$

Pembahasan

Salah satu yang dapat digunakan untuk mengetahui unjuk kerja pada pompa adalah effisiensi dari pompa tersebut. Dimana hal ini dapat diketahui dari

perbandingan daya hidrolik dengan daya poros motor penggerak. Perhitungan daya hidrolik sendiri dilakukan dengan melakukan perhitungan terhadap kinerja *Hot well pump* seperti kecepatan rata-rata laju aliran, head tekanan, head kerugian sehingga mendapatkan nilai head total pompa, berikut merupakan tabel hasil perhitungan untuk mendapatkan nilai effisiensi dari *Hot well pump:*

Data Input

Time		UNIT 3											
		Common				HWP A				HWP B			
		P. Cond	Cos Phi	V	T	Q	I	P1	P2	Q	I	P1	P2
		Pressure Condensor	Power Factor	Voltage	Temperature Fluida	Mass Flow Fluida	Current	Pressure Suction	Pressure Discharge	Mass Flow Fluida	Current	Pressure Suction	Pressure Discharge
		bara		(Volt)	(°C)	(ton/h)	(Ampere)	(barg)	(barg)	(ton/h)	(Ampere)	(barg)	(barg)
7/14/2022 1:05	DATA	0.082	0.838	6.196	38.641	9561.005	85.855	-0.267	1.040	9755.618	82.661	-0.244	1.874
7/14/2022 1:10		0.082	0.838	6.195	38.405	9444.90	86.462	-0.266	1.044	9727.189	82.949	-0.244	1.886
7/14/2022 1:15		0.082	0.838	6.189	38.356	9564.473	85.315	-0.266	1.976	9734.819	83.636	-0.244	1.880
7/14/2022 1:20		0.082	0.838	6.196	38.331	9511.066	84.677	-0.262	1.041	9722.29	83.247	-0.240	1.891
7/14/2022 1:25		0.081	0.838	6.200	38.295	9559.756	85.719	-0.269	1.959	9744.075	82.869	-0.246	1.874
7/14/2022 1:30		0.081	0.839	6.192	38.173	9535.342	85.591	-0.269	1.948	9732.959	84.91	-0.245	1.880
7/14/2022 1:35		0.081	0.839	6.195	38.221	9404.827	85.627	-0.266	1.043	9717.874	82.972	-0.241	1.891
7/14/2022 1:40		0.081	0.839	6.191	38.099	9374.421	86.050	-0.268	1.963	9687.677	83.42	-0.244	1.904
7/14/2022 1:45		0.081	0.839	6.194	38.075	9512.315	84.889	-0.268	1.993	9717.892	83.727	-0.246	1.889
7/14/2022 1:50		0.081	0.839	6.195	38.063	9361.669	87.195	-0.271	1.958	9687.918	83.281	-0.245	1.901
7/14/2022 1:55		0.080	0.840	6.194	38.051	9495.53	85.071	-0.268	1.995	9712.489	83.338	-0.245	1.882
7/14/2022 2:00		0.080	0.839	6.197	38.063	9461.268	85.890	-0.273	1.960	9745.741	82.72	-0.248	1.875
AVERAGE		0.081	0.839	6.195	38.214	9489.716	85.629	-0.268	1.960	9725.463	83.229	-0.244	1.886

Data Calculation

Time		HWP A				HWP B			
		Ph Daya Hidrolik	*Pm* Daya Listrik Motor	*Ps* Daya Poros Motor	ηp Effisiensi Pompa	*Ph* Daya Hidrolik	*Pm* Daya Listrik Motor	*Ps* Daya Poros Motor	ηp Effisiensi Pompa
		(kW)	(kW)	(kW)	(%)	(kW)	(kW)	(kW)	(%)
7/14/2022 1:05	DATA	637.358	768.517	813.246	78.372	658.446	743.408	786.675	83.700
7/14/2022 1:10		625.007	777.448	822.696	75.971	655.335	745.860	789.269	83.031
7/14/2022 1:15		637.730	766.418	811.025	78.633	656.169	751.309	795.036	82.533
7/14/2022 1:20		632.025	761.520	805.842	78.430	654.800	748.660	792.233	82.652
7/14/2022 1:25		637.490	771.389	816.285	78.097	657.485	745.742	789.145	83.316
7/14/2022 1:30		634.878	770.179	815.004	77.899	656.149	755.035	798.979	82.123
7/14/2022 1:35		630.562	770.858	815.723	77.301	654.587	746.957	790.430	82.814
7/14/2022 1:40		617.854	774.166	819.224	75.419	651.298	750.595	794.280	81.999
7/14/2022 1:45		632.422	760.491	804.752	78.586	654.535	753.632	797.494	82.074
7/14/2022 1:50		616.517	784.974	830.661	74.220	651.324	749.739	793.374	82.095
7/14/2022 1:55		630.900	766.705	811.328	77.761	656.455	751.025	794.735	82.600
7/14/2022 2:00		627.264	773.476	818.493	76.636	657.905	744.929	788.284	83.460
Average		**630.001**	**770.512**	**815.356**	**77.277**	**655.374**	**748.907**	**792.495**	**82.700**

Dari data diatas didapati adanya adanya penurunan dari sisi effisiensi pompa, berikut merupakan tabel data penurunan effisiensi aktual pompa yang dibandingkan dengan data effisiensi desain:

Unit 3	Effisiensi (%)		
	Desain	Aktual (rata-rata)	Deviasi
HWP A	85	77.277	-7.723
HWP B		82.7	-2.3

Penurunan nilai effisiensi ini tentunnya dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya:

1. Running hours kedua *Hot well pump*, dimana kedua *Hot well pump* ini sudah running sejak tahun 2016 yang artinya pompa ini sudah beroperasi selama ± 6 tahun tanpa henti.

2. Kapasitas laju aliran diatas 9400 T/h secara *continue* (diatas nilai normalnya yaitu 8959 T/h), penyebab laju aliran diatas 9400 T/h yaitu bukaan inlet valve pada kondesor diperbesar, hal ini dilakukan untuk menjaga kevakuman disisi kondensor yang nantinya akan berdampak pada seberapa besar daya yang dibangkitkan oleh generator untuk disalurkan ke jaringan.

3. Adanya *part* yang sudah mulai menurun dari sisi *performa* pada pompa, untuk mengetahui faktor ini perlu dilakukan investigasi lebih lanjut.

Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan juga pembahsan berdasarkan data perhitungan dan analisa dari penulis, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Untuk *Hot well pump* A sebesar 77.469%, nilai tersebut menyatakan adanya penurunan nilai effisiensi sebesar -7.531 dari data desain sebesar 85%, adapun untuk *Hot well pump* B sebesar 82.801%, nilai tersebut menyatakan adanya penurunan nilai effisiensi sebesar -2.199 dari data desain sebesar 85%.

2. Penurunan nilai effisiensi dipengaru oleh beberapa faktor, diantaranya:

3. Running hours kedua *Hot well pump*, dimana kedua *Hot well pump* ini sudah running sejak tahun 2016 yang artinya pompa ini sudah beroperasi selama ± 6 tahun tanpa henti.

a. Kapasitas laju aliran diatas 9400 T/h secara continue (diatas nilai normalnya yaitu 8959 T/h), penyebab laju aliran diatas 9400 T/h yaitu bukaan inlet valve pada kondesor diperbesar, hal ini dilakukan untuk menjaga kevakuman disisi kondensor yang nantinya akan berdampak pada seberapa besar daya yang dibangkitkan oleh generator untuk disalurkan ke jaringan.

b. Adanya part yang sudah mulai menurun dari sisi performa pada pompa, untuk faktor ini perlu dilakukan investigasi lebih lanjut.

4. Kedua pompa masih berada dalam batas yang diizinkan, hal ini dinyatakan dengan nilai effisiensi kedua *Hot well pump* masih berada diatas 75%, sehingga masih dalam keadaan layak untuk digunakan.

Saran

Adapun saran yang dapat diberikan penulis setelah melakukan analisa pembahasan dan perhitungan terhadap unjuk kerja dari *Hot well pump* A dan B adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya untuk laju aliran disesuaikan dengan yang direkomendasikan oleh pabrikan atau desain, yaitu 8959 T/h. Hal ini dapat dilakukan dengan penyesuaian bukaan pada inlet valve kondensor, sehingga *Hot well pump* dapat beroperasi di allowable continuous operation range yang nantinya akan berpengaruh pada lifetime pompa dan meminimalisir terjadinya kegagalan fungsi pada part pompa.

2. Perlu dilakukan *assesment performance Hot well pump* secara berkala, dalam hal ini bisa dilakukan sekali dalam satu tahun yang bertujuan untuk mengetahui lebih awal ketika terjadi anomali pada performance pompa, sehingga bisa dilakukan investigasi lebih awal untuk mencari peneyebab permasalahan tersebut.

3. *Operator Central Control Room* dan Operator lokal pada PLTP, Ulubelu, Tanggamus – Lampung memahami literatur terkait *Hot well pump* sehingga dapat melakukan *first line maintenance* ketika terjadi kondisi abnormal pada pompa dan mencari penyebab terjadinya kondisi abnormal dengan metode *route cause analysis*.

4. Melakukan *preventive maintenance* secara berkala (satu bulan sekali) seperti: pengecekal oil, pengecekan vibrasi, pengambilan data MCSA (*Motor Current Signature Analysis*) dan pengecekan secara visual.

Daftar Pustaka

Church Austin H. alih bahasa Zulkiflin Harahap (2016), Pompa dan Blower Sentrifugal, Erlangga, Jakarta.

Pudjanarsa Astu dan Djati Nursuhud (2008), Mesin Konversi Energi, Penerbit Andi, Yogyakarta.

Sularso & Haruo Tahara (1996), Pompa dan Kompresor, Pradnya Paramita, Jakarta.

Baksir Absurrachman, dkk. 2019, Pemanfaatan Sumber Energi Panas Bumi untuk Pengeringan Ikan di Desa Idamdehe Kabupaten Halmahera Barat Provinsi Maluku Utara. JPHPI.

Harahap Sorimuda, dkk. 2018, Perancangan Pompa Sentrifugal Untuk Water Treatment Plant Kapasitas 0.25 M^3/S pada Kawasan Industri Karawang. Seminar Nasional Sains dan Teknologi.

Mukhamad Faeshol Umam (dkk), Tantangan Pengembangan Energi Panas Bumi dalam Perannya terhadap Ketahanan Energi Indonesia, Forum Teknologi, 2019.

Putra C Riki. 2018, Perancangan Pompa Sentrifugal dan Diameter Luar Impeler untuk Kebutuhan Air Kapasitas 60 LPM di Gedung F dan D Universitas Muhammadiyah Tangerang. Jurnal Teknik

Utama Y Firman, dkk. 2018, Analisis Maintenance Centrifugal Pump Tipe Eta-N

125x100-40 pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri. INAJET.

ASME PTC 46-1996. Performance Test Code on Overall Plant Performance.

American Society of Mechanical Engineers. USA.

Fuji Electric Co., Ltd. 2016, Manual Book Hot Well Pump