

## PENGARUH TURUNNYA *FLOW BRINE RECIRCULATION PUMP* TERHADAP KINERJA DESAL C UNIT 5-7 PLTU SURALAYA

Muhammad Nafi'uddin Amin

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta

E-mail : nafiuddin11@gmail.com

**Abstrak--** Desal merupakan alat penukar kalor yang berperan penting untuk mengkondensasikan air laut yang menguap dari bagian evaporator dari Desal dan didinginkan oleh air pendingin di tube bagian atas dari evaporator. Sedangkan air laut panas yang menguap di Desal dipanaskan melalui alat yang bernama *brine heater* dengan memanfaatkan pemanas uap bantu dari unit 5-7. Kemudian hasil kondensasi dari air laut tersebut ditampung di *destilate box* dari Desal. Akhirnya *product* Desal tersebut yang di kenal dengan *fresh water* akan diubah menjadi air demin yang digunakan sebagai air penambah di kondensor. Proses yang terjadi di Desal adalah proses perpindahan panas antara air laut sebagai fluida pendingin yang dilewatkan dalam pipa dengan air laut yang menguap dari bagian evaporator Desal. Oleh karena itu, saat pengoperasian Desal secara terus menerus akan terjadi penurunan *flow brine recirculation pump* dan juga terjadi *heat loss*. Untuk memperkecil *heat loss* pada Desal, dilakukan pemetaan perhitungan *heat loss* tiap pembebanan Desal berdasarkan desain Desal terhadap penurunan nilai *flow brine recirculation pump* saat pengoperasian Desal dilakukan. Dari hasil pemetaan tersebut didapatkan kerugian paling rendah serta untuk mengamankan peralatan yang ada di Desal agar bekerja secara maksimal yang mampu memperkecil *heat loss* yang terjadi dalam bentuk *cost* (nilai rupiah) yang hilang dan dapat menaikkan efisiensi *thermal*. Sebagaimana berdasarkan analisa perhitungan yang dilakukan didapatkan hasil pada pengoperasian Desal dengan nilai rupiah yang hilang terendah terjadi ketika beban 80% saat *flow brine recirculation pump* turun 1437 – 1283 t/h sebesar 216,97 rupiah. Pada beban 60% nilai rupiah yang hilang terendah terjadi ketika penurunan nilai *flow brine recirculation pump* 1217 – 1209 t/h sebesar 2980,45 rupiah. Pada beban 50% nilai rupiah yang hilang terendah terjadi ketika penurunan nilai *flow brine recirculation pump* 1080 – 901 t/h 3048,56 rupiah. Berdasarkan data penelitian diketahui bahwa penurunan *flow brine recirculation pump*, mengakibatkan turunya kinerja Desal.

**Kata Kunci:** Desal, Pembebanan, Cost, Kinerja, Turun.

**Abstract--** Desal is a heat exchanger (heat exchanger) that was instrumental to condense of sea water evaporates from the evaporator of the desal and cooled by cooling water in the upper part of the evaporator. While the heat sea water evaporated in Desal heated through a tool called brine heater by utilizing the auxiliary steam heater from unit 5-7. Than the result of sea water from condensation accommodated in destilate box of Desal. Finally the desal product known as fresh water will be converted into demin water used as water enhancer in condenser. The processes that occur in Desal is process of heat transfer between the sea water as a cooling fluid which is passed in pipeline/tube with sea water evaporates from the part of Desal evaporator. Therefore, when the operation of Desal continuously will decline flow brine recirculation pump and heat loss also happen. To minimize heat loss on Desal, did the mapping calculation heat loss every imposition Desal based on Desal design to decline in the value of the flow brine recirculation pump when Desal operation is done. From the result of mapping obtained minimal losses and for securing existing equipment at Desal that working in maximum to minimize heat loss that occur in the cost format (value of the rupiah) is missing and can increase the thermal efficiency. As based on the analysis of the calculation obtained result on the operation of Desal with the value of Rupiah was missing low occurs when the load 80% when flow brine recirculation pump down 1437 – 1283 t/h of 216,97 rupiah. On the load of 60% the value of rupiah was missing low happening when decline value flow brine recirculation pump 1217 – 1209 t/h of 2980,45 rupiah. On the load of 50% the value of rupiah was missing low happening when decline value flow brine recirculation pump 1080 – 901 t/h of 3048,56 rupiah. Based on data research known that decline flow brine recirculation pump, conduce Desal performance down.

**Key Words:** Desal, Load, Cost, Performance, Decline.

### PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan sumber energi yang sangat penting peranannya bagi kehidupan manusia baik untuk kegiatan industri, kegiatan niaga, maupun untuk aktifitas sehari-hari. Kebutuhan energi listrik di Indonesia semakin meningkat dari waktu ke

waktu seiring dengan pesatnya pembangunan dibidang teknologi, industri dan informasi. Dengan tingginya permintaan akan energi listrik pemerintah melakukan berbagai upaya agar kebutuhan listrik masyarakat terpenuhi, salah satunya dengan melaksanakan program percepatan pembangunan pembangkit listrik. PT Indonesia

Power merupakan salah satu perusahaan pembangkitan tenaga listrik terbesar dan tersebar di berbagai wilayah di Indonesia, salah satu unit pembangkitnya adalah PLTU Suralaya.

PLTU Suralaya merupakan suatu pembangkit listrik tenaga uap yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar utamanya. Uap kering yang dihasilkan dari pembakaran di boiler kemudian akan digunakan untuk memutar turbin. Sementara itu, uap bekas keluaran dari LP (*Low Pressure*) turbin akan dikembalikan menjadi air di kondensor. Sedangkan air penambah kondensor sendiri, diambil dari air Demin yang telah melalui proses pengolahan air salah satunya di dalam proses Desal. Dalam memenuhi sumber energi listrik, pengelola perusahaan pembangkit harus mampu mengoptimalkan efisiensi pembangkit yang akan berdampak terhadap menurunnya biaya produksi yang dikeluarkan dalam segi bahan bakar maupun perawatan dan produksi listrik dapat mencapai kapasitas maksimum.

Salah satu komponen PLTU yang berperan penting untuk menyuplai air yang akan diubah menjadi uap adalah Desal. Desal merupakan alat penukar kalor (*heat exchanger*) yang berperan penting untuk mengkondensasikan air laut yang menguap dari bagian evaporator dari Desal dan didinginkan oleh air pendingin di tube bagian atas dari evaporator. Sedangkan air laut yang panas yang menguap di Desal dipanaskan melalui alat yang namanya *brine heater* dengan memanfaatkan pemanas uap bantu dari unit 5-7. Dan kemudian hasil kondensasi dari air laut tersebut ditampung di *destilate box* dari Desal. Dan akhirnya product Desal tersebut yang di kenal dengan *fresh water* akan di rubah menjadi air demin yang digunakan sebagai air penambah di kondensor. Proses yang terjadi di Desal adalah proses perpindahan panas antara air laut sebagai *fluida* pendingin yang dilewatkan dalam pipa (*tube*) dengan air laut yang menguap dari bagian evaporator Desal.

Apabila perpindahan panas pada sistem di Desal terganggu maka akan mengakibatkan meningkatnya *losses* karena air laut yang menguap tidak terkondensasi dengan sempurna, salah satu indikasi unjuk kerja Desal dilihat dari turunnya *flow brine recirculation pump* pada Desal. Semakin tinggi *flow* dari *brine recirculation pump* dengan di imbangi parameter lainnya, seperti *load setter* Desal, temperatur *brine heater outlet temperature*, dan air penambah menuju *last stage*. Maka proses kondensasi dari air laut yang menguap menjadi *fresh water* akan semakin besar, dan semakin rendah *flow* dari *brine recirculation pump* proses kondensasi

yang dihasilkan akan semakin kecil. Untuk itu performansi dari Desal perlu dijaga agar kinerja dari PLTU Suralaya tidak menurun sehingga listrik yang dibutuhkan dapat ditanggulangi.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis bermaksud untuk membuat "Pengaruh Perubahan Turunnya *Flow Brine Recirculation Pump* Terhadap Kinerja Desal C Unit 5-7 Pitu Suralaya", karena pada unit 5-7 PLTU Suralaya belum pernah dilakukan analisis khusus terkait pengaruh dari turunnya *flow brine recirculation pump* terhadap kinerja Desal. Diharapkan dengan melakukan analisis tersebut dapat meningkatkan kinerja Desal di dalam proses PLTU Suralaya sehingga dapat menghasilkan listrik yang optimal. Dalam penelitian ini merumuskan masalah antara lain:

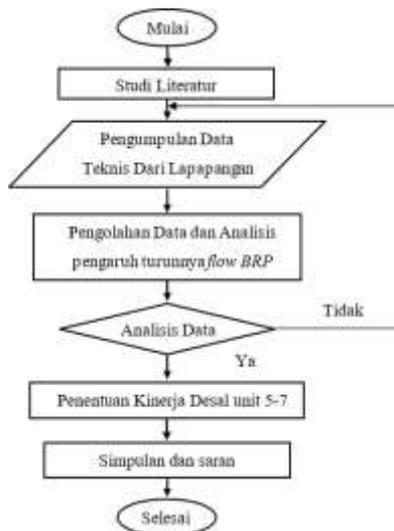
1. Nilai rupiah yang hilang akibat penurunan *flow Brine Recirculation Pump*
2. Kinerja dari Desal menurun karena adanya gangguan pada sistem transfer panas

Dalam penelitian ini juga mempunyai tujuan:

1. Menganalisis hubungan nilai rupiah yang hilang akibat dari turunnya *flow brine recirculation pump* terhadap kinerja Desal
2. Meningkatkan kinerja Desal dengan mengetahui penyebab dari turunnya *flow brine recirculation pump* dan juga memberikan rekomendasi perbaikan

## METODOLOGI

Pada bab ini akan menjelaskan tentang metodologi dan proses penyelesaian dari tugas akhir yang terdiri dari proses studi literatur, pengumpulan data teknis dan pengolahan data untuk kemudian dilakukan analisis. Diagram alir dari tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram Alir Tugas Akhir

1. Studi Litelatur

Tahap awal dalam melakukan analisis pengaruh turunnnya *flow brine recirculation pump* terhadap kinerja Desal unit 5-7 PLTU Suralaya yaitu dengan mengumpulkan data dan teori penunjang. Studi literatur didapatkan dari buku atau jurnal, selain itu untuk mendapatkan informasi tambahan dilakukan juga konsultasi langsung baik itu dengan dosen pembimbing atau dengan praktisi ahli yang ada di lapangan.

2. Pengumpulan Dan Pengambilan Data

Pada tahapan ini meliputi pengumpulan data spesifikasi dari Desal dan peralatan-peralatan penunjang yang akan digunakan dalam analisa.

2.1 Metode Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan dalam Tugas Akhir ini, penulis menggunakan beberapa metode yang digunakan untuk mempermudah proses pengumpulan data dalam melaksanakan penelitian ini, adapun metode yang digunakan yaitu:

- a. Observasi dengan cara pengamatan langsung pada obyek yang diteliti.
- b. Wawancara tanya jawab secara langsung antara penulis dan narasumber. Adapun narasumber disini adalah pihak-pihak terkait seperti praktisi ahli dilapangan serta dosen pembimbing Universitas Mercu Buana.
- c. Studi Dokumen dengan cara meneliti berbagai macam dokumen yang berguna untuk bahan analisis, catatan khusus dan *manual book*.

2.2 Waktu Pengumpulan Data

Proses Pengambilan data dilakukan di *Central Control Room (CCR)* Desal 5-7 PLTU Suralaya saat beban Desal 50%, 60%, 80%, data diambil dengan interval 2 jam selama 1

hari.

2.3 Proses Pengambilan Data

Teknik pengambilan data pada tugas akhir ini yaitu dengan pengambilan data di lapangan saat Desal 5-7 berbeban 50%, 60%, 80%. Parameter yang di ambil sebagai data analisa adalah sebagai berikut :

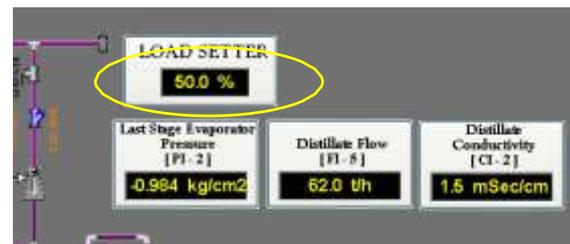
- a. Flow make up



**Gambar 2.** Flow make up

(Sumber: *Control Room* Desal Unit 5-7 Operasi Suralaya, 2019)

- b. Beban Desal



**Gambar 3.** Beban Desal

(Sumber: *Control Room* Desal Unit 5-7 Operasi Suralaya, 2019)

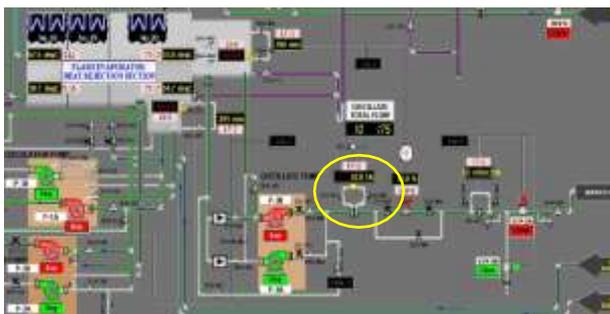
- c. Temperatur *Brine heater outlet* dan *flow brine recirculation pump*



**Gambar 4.** Temperatur *Brine heater outlet* dan *flow brine recirculation pump*

(Sumber: *Control Room* Desal Unit 5-7 Operasi Suralaya, 2019)

- d. *Product* Desal



**Gambar 5.** Product Desal

(Sumber: Control Room Desal Unit 5-7 Operasi Suralaya, 2019)

2.4 Data desain Desal

Berikut ini data spesifikasi Desal berdasarkan pabrik pembuat, dapat dilihat pada Tabel 1.

<b>Evaporator</b>	
- Recovery inlet temperature	39,5 °C
- Last stage temperature	39,5 °C
- Cooling seawater at heat rejection inlet	33 °C
- Cooling seawater at heat rejection outlet	39,5 °C
<b>Brine Heater</b>	
- Auxiliary steam	10 Kg/cm <sup>2</sup> .G
- B/H steam condensate	100 °C
- B/H shell steam	110 °C
<b>Distillate Pump</b>	
- Distillate water	37,8 °C
- Flow Distillate water	131,25 m <sup>3</sup> /h
- Conductivity	20 µS/cm
<b>Condensate Pump</b>	
- Flow brine heater condensate	16,14 m <sup>3</sup> /h
<b>Brine Recirculation Pump</b>	
- Flow Recirculation brine	1570 m <sup>3</sup> /h
- Recirculation brine at B/H outlet	90 °C
- Recirculation brine at B/H inlet	84 °C
- Recirculation brine at heat	39.5 °C
<b>Sea Water Supply Pump</b>	
- Seawater supply	1587 m <sup>3</sup> /h

- Seawater supply	3.5 kg/cm <sup>2</sup> .G
- Make-up water	400 m <sup>3</sup> /h
<b>Ejector</b>	
- Ejector steam	8 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Desuperheater</b>	
- Heating steam after Desuperheater	100 °C
- Auxiliary steam	245 °C

**Tabel 1.** Data Spesifikasi Desal Unit 5-7

(Sumber: Desalination Plant Suralaya, 2016)

3. Parameter Evaluasi Kinerja Desal  
Parameter yang diperhitungkan dalam analisis pengaruh perubahan vakum terhadap kinerja kondensor adalah:

$$Cost = \frac{(Product\ desal\ desain - Product\ desal\ aktual) \times harga\ FW}{(flow\ BRP\ desain - flow\ BRP\ aktual)}$$

Keterangan :

- Cost : Nilai rupiah yang hilang / 1 th (Rupiah)
- Product Desal desain : Flow distillate pump secara desain (t/h)
- Product Desal aktual : Flow distillate pump saat Desal beroperasi (t/h)
- Harga FW : Harga fresh water per ton (Rupiah)
- Flow BRP desain : Flow brine recirculation pump secara desain (t/h)
- Flow BRP aktual : Flow brine recirculation pump saat Desal beroperasi (t/h)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil pengukuran dan eksperimen akan ditampilkan pada bagian ini. Hasil pengukuran akan dianalisis untuk mengetahui keadaan saat penurunan *flow brine recirculation pump* pada Desal beroperasi. Analisis dan kesimpulan setiap data juga akan ditulis sehingga memperjelas hipotesa.

1. Pengaruh *Flow Brine Recirculation Pump* Turun Terhadap Beban Desal

Pada saat turunnya *flow brine recirculation pump* sangat berpengaruh pada kinerja dari Desal. Setiap penurunan *flow brine recirculation pump* akan mengurangi luasan "Heat Loss in Desalination" yang berarti air laut yang menguap menjadi *fresh water* pada setiap *stage* Desal mengurangi pengurangan, dan mengakibatkan *flow* dari *distillate pump* berkurang juga.

	Unit	50%	60%	80%	100%
Flow Destilat	Ton/jam	65,63	78,75	105	131,25
Flow Condensate	Ton/jam	7,5	9,1	12,3	15,48
Flow brine recirculation	Ton/jam	1080	1217	1437	1631
Flow make up sea water	Ton/jam	215,9	256,7	335,4	412
Temperatur top brine	°C	77,5	80	85,3	90

**Tabel 2.** Beban Desalination Plant (Sumber : Operation Manual Book Desalination Plant, 1996)

Dari tabel 2 digunakan dalam melakukan perhitungan perubahan *heat rate* Desal sehingga dapat mengetahui *heat loss* yang terjadi pada masing- masing kondisi perubahan *flow brine recirculation pump* dan beban, seperti halnya pada persamaan sebagai berikut :

$$Cost = \frac{(Product\ desal\ desain - Product\ desal\ aktual) \times harga\ FW}{(flow\ BRP\ desain - flow\ BRP\ aktual)}$$

2. Analisa Perhitungan Heat Loss Yang Terjadi Saat Turunnya Flow Brine Recirculation Pump

Penurunan *flow* yang terjadi ketika Desal beroperasi secara terus menerus setelah *Overhaul*. Dari hal itu diperoleh parameter-parameter yang berubah juga saat turunnya *flow brine recirculation pump* agar Desal tetap beroperasi dengan baik. Oleh karena itu, guna mengetahui seberapa besar pengaruh turunnya *flow brine recirculation pump* terhadap *cost* yang hilang saat proses produksi pembebanan yang bervariasi pada beban 50%, 60%, dan 80%.

2.1 Perhitungan Cost Yang Hilang Pada Pembebanan 80%

Berikut adalah contoh tabel yang diambil dari *log sheet* Desal beban 80%, tanggal 28 Agustus 2018 :

Waktu	Flow make up (t/h)	Temp. B40T (°C)	Flow BRP (t/h)	Product Desal (t/h)
00:00	368	86,2	1299	104
02:00	366	86,1	1289	102,1
04:00	372	85,9	1296	103,5
06:00	370	86	1288	102,8
08:00	369	86	1291	104
10:00	371	86,4	1300	103,4
12:00	360	85,5	1283	102
14:00	371	86	1291	103
16:00	365	85,4	1291	103,5
18:00	370	86	1285	102,6
20:00	362	86	1295	103,8
22:00	375	85,4	1300	103,2

**Tabel 3.** Parameter Desal pada beban 80% (Sumber : Log Sheet Desal tanggal 28 Agustus 2018)

Keterangan:

- Harga *fresh water* : Rp 31.678,00 (Sumber : Bagian Labor PLTU Suralaya)

Dari data tabel 3, kita dapat cari untuk nilai kerugian dalam rupiah akibat dari penurunan *flow brine recirculation pump* sesuai dengan rumus sebagai berikut :

Contoh Perhitungan pada jam 12:00 :

$$Cost = \frac{(Product\ desal\ desain - Product\ desal\ aktual) \times harga\ FW}{(flow\ BRP\ desain - flow\ BRP\ aktual)}$$

$$Cost = \frac{((105)t/h - (102)t/h) \times (31678)Rupiah}{((1437)t/h - (1283)t/h)}$$

$$Cost = 617,10\ rupiah$$

Untuk lebih lengkap data hasil perhitungan *Cost* pada tanggal 28 Agustus 2018 bisa dilihat pada tabel 4 dibawah ini :

Waktu	Flow make up (t/h)	Temp. B40T (°C)	Flow BRP (t/h)	Product Desal (t/h)	Cost (Rupiah)
00:00	368	86,2	1299	104	229.5507246
02:00	366	86,1	1289	102,1	620.7175676
04:00	372	85,9	1296	103,5	337
06:00	370	86	1288	102,8	467.7288591
08:00	369	86	1291	104	216.9726027
10:00	371	86,4	1300	103,4	369.9620438
12:00	360	85,5	1283	102	617.1038961
14:00	371	86	1291	103	433.9452055
16:00	365	85,4	1291	103,5	325.4589041
18:00	370	86	1285	102,6	500.1789474
20:00	362	86	1295	103,8	267.7014085
22:00	375	85,4	1300	103,2	416.2072993

**Tabel 4.** Hasil Perhitungan Cost pada tanggal 28 Agustus 2018

Dari tabel 4, kita dapat mengaplikasikan *cost* yang hilang terhadap penurunan *flow brine recirculation pump* pada beban 80% seperti terlihat pada gambar 6 berikut ini :



**Gambar 6.** Grafik antara *cost* yang hilang terhadap penurunan *flow brine recirculation pump* beban 80 %

Pada gambar 6 dapat diketahui bahwa pada beban 80 %, *cost* yang hilang terhadap penurunan *flow brine recirculation pump* terendah nya 216,97 rupiah dan tertinggi nya 620,71 rupiah. Jadi Desal pada beban 80 % *product* yang dihasilkan tidak mengalami kerugian yang signifikan, karena jika dikalkulasikan menjadi sehari untuk nilai tertinggi nya hanya rugi 14.897,04 rupiah. Ini berarti Desal pada beban 80 % habis *over houl* masih dalam kinerja baik.

2.2 Perhitungan Cost Yang Hilang Pada Pembebanan 60%

Berikut adalah contoh tabel yang diambil dari *log sheet* Desal beban 60%, tanggal 18 November 2018 :

Waktu	Flow make up (l/h)	Temp. BHDT (°C)	Flow BRP (l/h)	Product Desal (l/h)
00:00	275	78,2	1124	67,8
02:00	270	77,7	1109	67,5
04:00	272	78	1132	69,3
06:00	271	78,6	1130	69,8
08:00	271	78,6	1124	70
10:00	270	78,3	1124	68,8
12:00	272	78,2	1127	66
14:00	270	77,8	1149	69,3
16:00	263	78	1154	68
18:00	261	78	1146	67,2
20:00	264	78	1123	66,4
22:00	260	78	1154	66,8

**Tabel 5.** Parameter Desal pada beban 60%

(Sumber : Log Sheet Desal tanggal 18 November 2018)

Dari data tabel 5, kita dapat cari untuk nilai kerugian dalam rupiah akibat dari penurunan *flow brine recirculation pump* sesuai dengan rumus dan untuk lebih lengkap data hasil perhitungan Cost pada tanggal 18 November 2018 bisa dilihat pada tabel 6 dibawah ini :

Waktu	Flow make up (l/h)	Temp. BHDT (°C)	Flow BRP (l/h)	Product Desal (l/h)	Cost (Rupiah)
00:00	275	78,2	1124	67,8	3729,829032
02:00	270	77,7	1109	67,5	3289,791667
04:00	272	78	1132	69,3	3521,848235
06:00	271	78,6	1130	69,8	3258,828738
08:00	271	78,6	1124	70	2980,456980
10:00	270	78,3	1124	68,8	3389,205376
12:00	272	78,2	1127	66	4487,716667
14:00	270	77,8	1149	69,3	4402,310294
16:00	263	78	1154	68	5405,373016
18:00	261	78	1146	67,2	5153,252113
20:00	264	78	1123	66,4	4161,95
22:00	260	78	1154	66,8	6008,763492

**Tabel 6.** Hasil Perhitungan Cost pada tanggal 18 November 2018

Dari tabel 6, kita dapat mengaplikasikan cost yang hilang terhadap penurunan *flow brine recirculation pump* pada beban 60% seperti terlihat pada gambar 7 berikut ini :



**Gambar 7.** Grafik antara cost yang hilang terhadap penurunan *flow brine recirculation pump* beban 60 %

Pada gambar 7 dapat diketahui bahwa pada beban 60 %, cost yang hilang terhadap penurunan *flow brine recirculation pump* terendahnya 2980,45 rupiah dan tertingginya 6008,76 rupiah. Jadi Desal pada beban 60 % *product* yang dihasilkan mulai mengalami kerugian, karena jika dikalkulasikan menjadi sehari untuk nilai tertingginya mengalami kerugian 144.210,24 rupiah. Ini berarti Desal

pada beban 60 % sudah mengalami kinerja yang menurun.

### 2.3 Perhitungan Cost Yang Hilang Pada Pembebanan 50%

Berikut adalah contoh tabel yang diambil dari *log sheet* Desal beban 50%, tanggal 14 Maret 2019 :

Waktu	Flow make up (l/h)	Temp. BHDT (°C)	Flow BRP (l/h)	Product Desal (l/h)
00:00	240	74	931	45,8
02:00	242	74	926	44,6
04:00	242	74	928	43,2
06:00	242	74	922	45,4
08:00	241	74	923	48
10:00	242	74	921	46,8
12:00	241	74	930	43
14:00	244	74	928	49,3
16:00	241	74,1	902	48,5
18:00	238	74,3	901	47,2
20:00	241	74,1	907	44,6
22:00	239	73,5	904	43,6

**Tabel 7.** Parameter Desal pada beban 50%

(Sumber : Log Sheet Desal tanggal 14 Maret 2019)

Dari data tabel 7, kita dapat cari untuk nilai kerugian dalam rupiah akibat dari penurunan *flow brine recirculation pump* sesuai dengan rumus dan untuk lebih lengkap data hasil perhitungan Cost pada tanggal 14 Maret 2019 bisa dilihat pada tabel 8 dibawah ini :

Waktu	Flow make up (l/h)	Temp. BHDT (°C)	Flow BRP (l/h)	Product Desal (l/h)	Cost (Rupiah)
00:00	240	74	931	45,8	4215,937852
02:00	242	74	926	44,6	4325,898312
04:00	242	74	928	43,2	4674,589079
06:00	242	74	922	45,4	4055,986962
08:00	241	74	923	48	3557,217452
10:00	242	74	921	46,8	3751,551824
12:00	241	74	930	43	4779,154267
14:00	244	74	928	49,3	5403,300921
16:00	241	74,1	902	48,5	3048,562584
18:00	238	74,3	901	47,2	3261,595196
20:00	241	74,1	907	44,6	3850,799653
22:00	239	73,5	904	43,6	3965,149659

**Tabel 8.** Hasil Perhitungan Cost pada tanggal 14 Maret 2019

Dari tabel 8, kita dapat mengaplikasikan cost yang hilang terhadap penurunan *flow brine recirculation pump* pada beban 50% seperti terlihat pada gambar 8 berikut ini :



**Gambar 8.** Grafik antara cost yang hilang terhadap penurunan *flow brine recirculation pump* beban 50 %

Pada gambar 8 dapat diketahui bahwa pada beban 50 %, cost yang hilang terhadap

penurunan *flow brine recirculation pump* terendahnya 3048,56 rupiah dan tertingginya 4779,15 rupiah. Jadi Desal pada beban 50 % *product* yang dihasilkan mengalami kerugian, karena jika dikalkulasikan menjadi sehari untuk nilai tertingginya mengalami kerugian 114.699,6 rupiah. Ini berarti Desal pada beban 50 % kinerjanya tidak jauh beda dengan beban 60% bedanya *flow* dari *brine recirculation pump* terus menurun dan perlu dijadwalkan untuk melakukan *over haul*.

3. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Dari data yang diperoleh dari perhitungan cost yang hilang akibat penurunan *flow brine recirculation pump*, maka dibawah ini adalah gabungan cost yang hilang pada beban 80%, 60%, dan 50% seperti berikut ini :



**Gambar 9.** Grafik antara cost yang hilang terhadap beban Desal 80%, 60%, dan 50%

Pada gambar 9 dapat diketahui bahwa kinerja Desal mengalami penurunan, ditandai dengan cost yang hilang semakin besar ketika beban Desal mulai menurun akibat turunnya *flow brine recirculation pump*. Hal ini akan mengakibatkan *product* Desal juga ikut menurun karena jumlah air yang terkondensasi dari air laut yang menguap menjadi *fresh water* berkurang. Maka dari turunnya *flow brine recirculation pump* ini akan mengakibatkan kinerja Desal juga ikut menurun karena *product* yang dihasilkannya tidak sesuai.

Dan pada ketika beban Desal masih 80% tetapi *flow brine recirculation pump* semakin menurun sampai batas yang diijinkan dari *operation manual book* (dapat dilihat pada table 4.1), tetapi masih tetap dioperasikan pada beban Desal 80% sedangkan *flow brine recirculation pump* sudah pada batas operasinya maka akan mengakibatkan *brine heater outlet temperature* melonjak naik diatas 85,3 °C dan berdampak buruk pada peralatan *brine heater* karena kurangnya air pendingin yang melewatinya dan sekaligus mempercepat pengkerakan pada *brine heater*. Kalau sampai terjadi pengkerakan maka perpindahan panas yang terjadi pada *brine heater* tidak maksimal, dan harus dilakukan perbaikan pada *brine heater*. Hal ini berlaku juga pada beban Desal 60% dan 50% jika *flow* dari *brine recirculation*

*pump* turun maka sebaiknya dilakukan penurunan beban Desal. Untuk beban 50% sendiri ketika *flow brine recirculation pump* semakin menurun adalah sebaiknya cepat-cepat dilakukan *overhaul*. Dan batas maksimal yang dapat dilihat ketika akan dilakukan *overhaul* adalah terbukanya *valve recirculation* dari *brine recirculation pump* itu sendiri, yaitu berfungsi sebagai pengaman pompa ketika *flow*nya sudah turun maka *pressure* akan otomatis naik dan mengakibatkan kerja pompa semakin berat maka dari itu *valve recirculation* ini membuka sebagai pengaman.

Akibat dari turunnya *flow brine recirculation pump* ini terjadi karena adanya pengkerakan pada *tube-tube* pada setiap *stage-stage* Desal sehingga menghambat dari *flow brine recirculation pump* ini. Adapun untuk menghambat pengkerakan pada *tube-tube* setiap *stagenya* harus dipastikan injeksi anti-scale berfungsi dengan baik, dengan cara memastikan pompa dari anti-scale tidak ngempos (*pressure normal*). Dilain sisi yang perlu dipastikan adalah tanki dari injeksi anti-scale berada pada level normal, karena dari dua hal tersebut jika mengalami gangguan akan mempercepat pengkerakan pada setiap *tube-tube stage* Desal.

Dan rekomendasi perbaikan yang dilakukan adalah selalu melakukan rutin test pada pompa anti-scale yang *standby*, agar pada ketika pompa anti-scale yang sedang beroperasi ngempos, maka pada saat itu juga bisa mengganti penggunaan pompa dari anti-scale tersebut. Untuk rekomendasi selanjutnya yang perlu dilakukan adalah dijadwalkannya *overhaul* setiap tahunnya, karena selama ini pada Desal C di unit 5-7 UP Suralaya setelah habis *overhaul* Desal C hanya bisa beroperasi tidak sampai setahun karena kinerja Desal sudah menurun akibat turunnya dari *flow brine recirculation pump*.

**KESIMPULAN DAN SARAN**

Kesimpulan yang diperoleh dari pembahasan diatas antara lain :

1. Berdasarkan analisa perhitungan yang dilakukan didapatkan hasil pada pengoperasian Desal dengan nilai rupiah yang hilang terendah terjadi ketika beban 80% saat *flow brine recirculation pump* turun 1437 – 1283 t/h sebesar 216,97 rupiah. Pada beban 60% nilai rupiah yang hilang terendah terjadi ketika penurunan nilai *flow brine recirculation pump* 1217 – 1209 t/h sebesar 2980,45 rupiah. Pada beban 50% nilai rupiah yang hilang terendah terjadi ketika penurunan nilai *flow brine recirculation pump* 1080 – 901 t/h

3048,56 rupiah. Dari data tersebut ketika beban Desal mulai menurun akibat turunnya *flow brine recirculation pump*, hal ini akan mengakibatkan *product* Desal juga ikut menurun karena jumlah air yang terkondensasi dari air laut yang menguap menjadi *fresh water* berkurang. Maka dari turunnya *flow brine recirculation pump* ini akan mengakibatkan kinerja Desal juga ikut menurun karena *product* yang dihasilkannya tidak sesuai.

2. Akibat dari turunnya *flow brine recirculation pump* ini terjadi karena adanya pengkerakan pada *tube-tube* pada setiap *stage-stage* Desal sehingga menghambat dari *flow brine recirculation pump* ini.. Dan rekomendasi perbaikan yang dilakukan adalah selalu melakukan rutin test pada pompa anti-scale yang *standby*, agar pada ketika pompa anti-scale yang sedang beroperasi ngempos, maka pada saat itu juga bisa mengganti penggunaan pompa dari anti-scale tersebut. Untuk rekomendasi selanjutnya yang perlu dilakukan adalah dijadwalkannya *overhaul* setiap tahunnya, karena selama ini pada Desal C di unit 5-7 UP Suralaya setelah habis *overhaul* Desal C hanya bisa beroperasi tidak sampai setahun karena kinerja Desal sudah menurun akibat turunnya dari *flow brine recirculation pump*.

Untuk sarannya adalah sebagai berikut :

1. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat melakukan analisis terhadap jumlah air laut yang menguap dan terkondensasi menjadi *fresh water* dan juga terjadinya pengurangan *heat loss* dari segi *heat transfer* dan *cooling water* yang nantinya dapat menunjang efisiensi kinerja dari Desal itu sendiri.
2. Untuk penelitian lebih lanjut dapat dikaji juga pengaruh lainnya yang dapat mengganggu kinerja dalam pengoperasian Desal secara detail agar kinerjanya lebih optimal.

#### DAFTAR PUSTAKA

Alimah, S., Ariyanto, S., & Dewita, E. (2014). Pembersihan Kimiawi Fouling Membran Desalinasi RO. *Seminar Nasional X SDM Teknologi Nuklir*.

Astawa, K., Sucipta, M., & Negara, I. G. (2011). Analisa Performansi Destilasi Air laut Tenaga Surya Menggunakan Penyerap Radiasi Surya Tipe Bergelombang Berbahan Dasar Beton.

*Jurnal teknik Mesin*, Vol.5 No. 1.

Dewantara, I. Y., Suyitno, B. M., & Lesmana, I. E. (2018). Desalinasi Air Laut Berbasis Energi Surya Sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, Vol. 07, No. 1.

Filkauni, F. F. (2015). *Pengolahan Air*. Cilegon: PT Indonesia Power UP Suralaya.

Indonesia Power UP Suralaya, Learning Center. (2016). *Desalination Plant UP Suralaya*. Cilegon: Learning Guide.

Kurnia, A. (2013). *Mata Pelajaran 3 Desalination Plant (Thermal Desalination)*. Cilegon: PLN Corporate University.

Nufus, T. H., Fuadi, H., & Setiawan, H. (2011). Analisa Penurunan Performa Desalination Plant Unit B Dan C Pada PLTGU Semarang. *Jurnal Teknik Mesin*, Politeknologi Vol. 10 No. 3.

PT. Babcock & Wilcox Company, Marubeni Corporation. (1995). *Design Manual Desalination Plant (C-60 DM-17)*. PT PLN (Persero).

PT. Babcock & Wilcox Company, Marubeni Corporation. (1996). *Operation Manual Desalination Plant (C-60 OM-17)*. PT PLN (Persero).

Sandhy, T. A. (2018). *Evaluasi Performa Unit Desalinasi 24 Tingkat Kapasitas 90 Ton/Jam*. Surabaya: Jurusan Teknik Mesin. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Tesis.

Yulianto, S., & Gianto, A. (n.d.). Analisa Performance Desalination Type MSF-OT (Multi Stage Flash-Once Trough) Pada Load Set 80% Di PLTGU Muara Tawar. *Faculty of Engineering*

