

**USULAN PERHITUNGAN DAN PERBAIKAN TINGKAT KEANDALAN  
DESALINATION PLANT PLTGU MUARA TAWAR DENGAN MENGGUNAKAN  
WEIBULL ANALISIS DAN FMEA SEBAGAI DASAR SKALA PRIORITAS  
PENGOPERASIAN**

Fuad Anwar  
Program Studi Teknik Industri, Universitas Islam Bandung  
Email : [fuad1706@gmail.com](mailto:fuad1706@gmail.com)

**ABSTRAK**

PT Pembangkitan Jawa Bali Unit Pembangkitan Muara Tawar merupakan perusahaan yang memproduksi listrik dengan mengoperasikan PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap). Bisnis dibidang pembangkitan dituntut kesiapan dan keandalan yang tinggi untuk menjamin ketersediaan tenaga listrik. Untuk mencukupi kebutuhan air operasional pembangkitan, PLTGU Muara Tawar mempunyai sistem desalination plant. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung keandalan desalination plant dan menganalisa skala prioritas pengoperasian desalination plant. Data diperoleh dengan observasi dilapangan dan merubah data kualitatif menjadi kuantitatif. *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA) digunakan untuk mengidentifikasi, memprioritaskan dan manajemen resiko peralatan *desalination plant*. *Weibull* analisis digunakan untuk menghitung keandalan *desalination plant*. Dari hasil perhitungan keandalan desalination plant diketahui desalination plant 1 mempunyai keandalan sebesar 33% dan desalination plant 2 mempunyai keandalan sebesar 38%. Hal ini menunjukkan *desalination plant 2* lebih andal dibandingkan dengan unit *desalination plant 1*, artinya unit *desalination plant 2* direkomendasikan untuk prioritas operasi, sedangkan unit *desalination plant 1* diprioritaskan untuk dilakukan pemeliharaan.

**Kata kunci:** *Desalination plant*, keandalan, skala prioritas, *weibull* analisis, FMEA.

**ABSTRACT**

PT Jawa Power Generating Unit Muara Tawar Bali is a company that produces electricity to operate Combined Cycle Power Plant (Gas Generator Power Plant). Business that drives from electricity generator required readiness and high reliability. To ensure the availability of water supply for generator, Muara Tawar has a desalination plant. This research aims to calculate the reliability of the desalination plant and analysing the priority scale on its operation of desalination plant. Data is collected by field observations and changes qualitative data into quantitative. Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) is used to identify, prioritize and risk management desalination equipment plant. Weibull analysis was used to calculate the reliability of the results of the calculation reliability plant. From desalination desalination plant is known that desalination plant 1 has a reliability of 33% and desalination plant 2 has reliability by 38%. This shows the desalination plant 2 more reliable than the desalination plant unit 1, means that the desalination plant unit 2 is recommended for operations, while the desalination plant unit 1 is recommended to do maintenance.

**Keywords:** Desalination plant, reliability, priority scale, weibull analisis, FMEA.

## PENDAHULUAN

PT Pembangkitan Jawa Bali Unit Pembangkitan Muara Tawar adalah sebuah perusahaan yang bergerak dibidang produksi tenaga listrik dengan alamat di Desa Segara Jaya, Kecamatan Taruma Jaya, Kabupaten Bekasi Propinsi Jawa Barat. Unit Pembangkitan Muara Tawar terdiri dari blok I (3 unit Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG), 3 unit *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG), 1 unit PLTU), blok II (2 unit PLTG), blok 3 (3 unit PLTG), blok 4 (3 unit PLTG), dan blok 5 (1 unit PLTG, 1 unit HRSG, 1 unit PLTU) yang mempunyai daya terpasang 2050 MW yang membutuhkan air baku/*raw water* dan air demineralisasi/*make up water*. Proses pembuatan air baku dilakukan oleh peralatan *Desalination Plant*. *Raw water* yang telah diproses menjadi air *make up* sangat dibutuhkan dalam membangkitkan energi listrik terutama pada peralatan *boiler* untuk menghasilkan uap jenuh. *Desalination plant* merupakan salah satu peralatan di *Balance of Plat* (BOP) yang mendukung dalam membangkitkan energi listrik. PLTGU Muara Tawar dilengkapi dengan 2 unit *Desalination Plant* untuk memenuhi kebutuhan air baku, dengan kapasitas produksi 40 ton/jam atau 100 ton/hari. *Desalination plant* yang ada menggunakan sistem destilasi *Multi Stage Flash Destillation* dimana didesain secara spesifik dan diproduksi berdasarkan kebutuhan Pembangkit Listrik Muara Tawar.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Keandalan

Menurut Heizer J. and Rander B. (2010) *Reliability* (Keandalan) adalah peluang sebuah komponen mesin atau produk akan bekerja secara baik untuk waktu tertentu dibawah kondisi tertentu (*the probability that a machine will function properly for a specified time*). Juga dapat didefinisikan sebagai nilai probabilitas/peluang suatu komponen atau sistem akan sukses menjalani fungsinya, dalam jangka waktu dan kondisi operasi tertentu.

### *Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)*

FMEA merupakan *analytical tool* yang digunakan selama proses desain. FMEA dapat digunakan untuk memeriksa peningkatan tingkat indenture, biasanya dimulai di tingkat *assembly level* dan *progressing up*. Secara singkat, analisis dilakukan untuk mengidentifikasi berbagai fungsi item yang dianalisis, kemungkinan bahwa item tersebut bisa gagal untuk melakukan masing-masing fungsi (*failure modes*), kemungkinan setiap mode kegagalan yang terjadi, efek dari mode kegagalan yang terjadi, pada item dan sistem operasi, akar penyebab setiap mode kegagalan, prioritas relatif dari setiap mode kegagalan, dan tindakan yang direkomendasikan untuk mengurangi kemungkinan, efek, atau kedua mode kegagalan, dimulai yang pertama dengan mode prioritas tertinggi.

### *Weibull Analysis*

Dalam analisis life data (juga disebut "analisis Weibull"), praktisi mencoba untuk membuat prediksi tentang kehidupan semua produk dalam populasi dengan pemasangan distribusi statistik *life data* dari sampel yang representatif dari unit. Distribusi parameter untuk kumpulan data kemudian dapat digunakan untuk memperkirakan karakteristik kehidupan yang penting dari produk seperti keandalan atau probabilitas kegagalan pada waktu tertentu, rata-rata kehidupan dan tingkat kegagalan. Analisis data hidup memerlukan praktisi untuk: Satu. Mengumpulkan data life data untuk produk. Dua. Pilih distribusi life time yang akan cocok dengan data dan model kehidupan produk. Tiga. Memperkirakan parameter yang sesuai distribusi data. Empat. Menghasilkan plot dan hasil yang

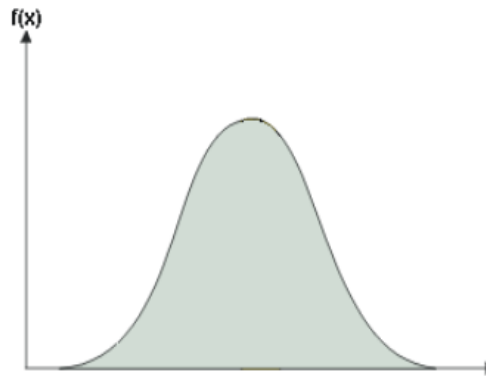
memperkirakan karakteristik kehidupan produk, seperti keandalan atau rata-rata siklus hidup produk.

**Life Data**

Istilah "Life Data" mengacu pada pengukuran hidup produk. Hidup produk dapat diukur dalam jam, mil, siklus atau metrik lainnya yang berlaku untuk periode keberhasilan operasi dari produk tertentu. Sejak saat adalah ukuran umum dari kehidupan, titik data hidup sering disebut "*times-to-failure*". Ada berbagai jenis life data dan karena setiap jenis memberikan informasi yang berbeda tentang kehidupan produk, metode analisis akan bervariasi tergantung pada jenis data. Dengan "data lengkap," *times-to-failure unit* dapat diketahui (misalnya, unit gagal pada 100 jam operasi).

**Lifetime Distributions (Life Data Models)**

Distribusi statistik telah dirumuskan oleh para ahli statistik, ahli matematika dan insinyur untuk model matematis atau mewakili perilaku tertentu. *Probability Density Fuction* (pdf) adalah fungsi matematika yang menggambarkan distribusi. Pdf dapat diwakili matematis atau luasan tertentu. sumbu x mewakili waktu, seperti yang ditunjukkan berikutnya.



Gambar 1 Lifetime Distributions

Persamaan di bawah ini memberikan pdf untuk 3-parameter distribusi Weibull. Beberapa distribusi, seperti *Weibull* dan lognormal, cenderung lebih baik mewakili life data dan biasanya disebut "*life* distribusi ". Bahkan, analisis life data kadang-kadang disebut "*analisis Weibull*" karena distribusi Weibull, dirumuskan oleh Profesor Waloddi Weibull, adalah distribusi populer untuk menganalisis data . Model *Weibull* dapat diterapkan dalam berbagai bentuk (termasuk 1-parameter, 2-parameter, 3-parameter atau campuran Weibull). *Life* distribusi umum lain yang digunakan termasuk distribusi eksponensial, lognormal dan normal. Analisis memilih life distribusi yang paling tepat untuk model setiap set data tertentu berdasarkan pengalaman masa lalu keunggulan of *fit test*.

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left( \frac{t - \gamma}{\eta} \right)^{\beta-1} e^{-\left( \frac{t - \gamma}{\eta} \right)^\beta} \tag{1}$$

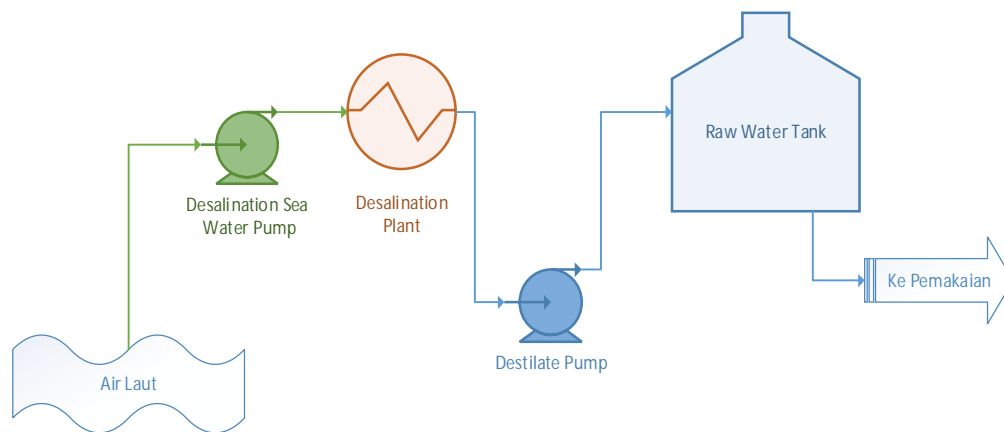
Dimana:

$f(t)$  = Probability density for "momen"  $t$

$t - \gamma$  = Lifetime variable (distance covered, operating time, load or stress reversal etc)  
 $\eta$  = Scale parameter, characteristic life during which a total of 63,2% of the unit have failed  
 $\beta$  = Shape parameter, slope of the fitting line in the weibull plot

### Desalination Plant

Desalination plant merupakan salah satu sistem peralatan di *Balance of Plant* yang berfungsi merubah air laut menjadi air tawar (air destilasi) untuk menyediakan kebutuhan air untuk operasional PLTGU Muara Tawar. PLTGU Muara Tawar memiliki 2 unit *Desalination plant* untuk keandalan operasional sistem pembangkit listrik. Pola operasi unit *desalination plant* yaitu 1 unit beroperasi dan 1 unit *standby*. *Desalination plant* dapat menyediakan kebutuhan air destilasi sebesar 990 ton perhari.



Gambar 2. Layout Sistem *Desalination Plant*

Fungsi masing-masing peralatan pada gambar 1 adalah sebagai berikut:

***Desalination sea water pump*** fungsi memindahkan air laut ke desalination plant

***Desalination plant*** fungsi merubah air laut menjadi air tawar

***Destilate pump*** fungsi memindahkan air laut dari *desalination plant* ke *Raw Water Tank*

***Raw Water Tank*** fungsi Tempat menyimpan *raw water*. Pemakaian *raw water* antara lain dirubah menjadi air demin untuk bahan baku HRSG dan untuk pemakaian *service* (Mencuci peralatan mesin, dll).

### METODE PENELITIAN

Langkah-langkah dalam penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan. Tahapan pertama adalah pengumpulan data baseline performance kemudian data akan diproses untuk penentuan FMEA dan menggunakan weibull analisis untuk menghitung keandalan desalination plant. Kemudian dilanjut dengan pareto peralatan. Pareto adalah grafik batang yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya jumlah kejadian. Selanjutnya akan menghasilkan rekomendasi untuk prioritas operasi desalination plant.

#### Pengumpulan data *baseline performance*

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian kualitatif. teknik pengumpulan data dalam penelitian kualitatif adalah observasi partisipatif dan wawancara mendalam ditambah dokumentasi.

**Observasi partisipatif.** Metode observasi dilakukan dengan cara mengamati operasional kejadian atau kegiatan pada *desalination plant*. kemudian mencatat hasil pengamatan tersebut untuk mengetahui apa yang sebenarnya terjadi. **Wawancara mendalam.** Wawancara yang dilakukan seputar operasional dan pemeliharaan *desalination plant*. **Kajian Dokumen.** Dokumen yang dikaji adalah data operasional *desalination*, *hystorical* kerusakan, data *commisioning* (data setelah diinstal oleh pabrikan).

**Penentuan FMEA**

Menurut Bill Lycette (2005) FMEA dilakukan untuk mengidentifikasi berbagai fungsi item yang dianalisis, kemungkinan bahwa item tersebut bisa gagal untuk melakukan masing-masing fungsi (*failure modes*), kemungkinan setiap mode kegagalan yang terjadi, efek dari mode kegagalan yang terjadi, pada item dan sistem operasi, akar penyebab setiap mode kegagalan, prioritas relatif dari setiap mode kegagalan, dan tindakan yang direkomendasikan untuk mengurangi kemungkinan, efek, atau kedua mode kegagalan, dimulai yang pertama dengan mode prioritas tertinggi

**Melakukan Weibull Analysis**

*Weibull analysis* merupakan *tools* untuk validasi *reliability testing*. Hasil dari pengetestan tersebut digunakan untuk mengidentifikasi dan menunjukkan keandalan sistem. Data yang telah dikumpulkan dianalisa menggunakan tool *Weibull analysis* untuk mendapatkan tingkat keandalan system.

**Pareto Peralatan dan Tingkat Keandalan Peralatan**

Pareto peralatan menunjukkan seberapa sering masing-masing peralatan dalam sistem mengalami permasalahan. Semakin sering peralatan tersebut bermasalah (nilai *pareto* kerusakan peralatan tinggi) menjadi pertimbangan prioritas pemeliharaan untuk menjaga keandalan operasi *desalination plant*.

**Rekomendasi Tindak Lanjut Operasional**

Rekomendasi tindak lanjut operasional dimaksudkan untuk operasional *desalination plant* untuk memenuhi kebutuhan air sebagai bahan baku operasional HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*) tidak terganggu. Rekomendasi operasi ini tentunya akan memprioritaskan unit *desalination* dengan *reliability* yang lebih tinggi (lebih andal) untuk dioperasikan dan unit *desalination* dengan tingkat *reliability* lebih rendah untuk segera dilakukan pemeliharaan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Data Kerusakan Peralatan Desalination Plant**

Data kerusakan peralatan merupakan bagian yang sangat penting bagi sebuah sistem pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*). Data kerusakan peralatan dapat digunakan untuk membuat keputusan, sebagai dasar untuk perencanaan pemeliharaan, dan sebagai dasar evaluasi terhadap kegiatan pemeliharaan. Pada tabel-tabel dibawah didapatkan data-data kerusakan peralatan DP1 dan DP2.

Tabel 1 *Time Between Failure (TBF)* dan Status Desalination Plant 1

NO	Tanggal	Deskripsi	TBF (HARI)	KODE STATUS
1	17/07/2003	Line Uap ke Desalination Bocor	0	Failed
2	01/08/2003	Line TI Aux.steam ke Desal Bocor	15	Failed

<b>NO</b>	<b>Tanggal</b>	<b>Deskripsi</b>	<b>TBF (HARI)</b>	<b>KODE STATUS</b>
3	05/09/2003	Desal Plant 1, tdk bisa start	35	Failed
4	30/10/2003	Drain Steam Line Desal, bocor	55	Failed
5	03/02/2004	line air laut yg keDesal, bocor	96	Failed
6	20/03/2004	Line aux. steam ke Desal banyak bocor.	46	Failed
7	07/04/2004	Desal. 1: pin, chemical pump. 2 patah	18	Suspended
8	15/07/2004	wtr line dr desal ke hotwell, bocor	99	Suspended
9	09/03/2005	Membran desal 1 Bocor	237	Failed
10	14/03/2005	Desal 1 flow distilate abnormal	5	Failed
11	05/04/2005	Blow Down Pump Desal no. 1	22	Failed
12	06/12/2005	cond dump vlv desal 1 abnormal	245	Failed
13	27/03/2006	Desal 1: Alat ukur PI & TI bnyk yg rusa	111	Suspended
14	27/03/2006	Valve Ball Cleaning Desal No.1 macet	0	Suspended
15	11/05/2006	BOP: line steam suply desal 1 bocor	45	Failed
16	18/05/2006	Desal 1 ; breaker blowdown pump terbakar	7	Failed
17	22/05/2006	BOP: line air laut k ejector desal2 bocor	4	Failed
18	01/06/2006	ST: valve drain spray steam u/desal bocor	10	Failed
19	13/07/2006	BOP: bocoran uap suply desal tambah besar	42	Failed
20	03/08/2006	BOP: bocoran line return condensat desal	21	Failed
21	13/11/2006	Isolasi pipa Aux Steam ke desal Rusak	102	Suspended
22	26/12/2006	Relief vlv desprhtr steam to desal bocor	43	Failed
23	02/01/2007	Perb. kebocoran Auxiliary Steam to Desal	7	Failed
24	13/08/2007	Desal: Manual valve steam bocor	223	Failed
25	27/12/2007	Perbaikan brine blow down pump Desal 1	136	Failed
26	04/05/2009	REWORK: MOV Aux Steam u/ Desal Bengkak	494	Failed
27	21/10/2009	Line Aux steam Desal bocor	170	Failed
28	26/10/2009	Desal 2 Brine blowdown pump ngempos	5	Failed
29	10/11/2009	Signal conditioner cond, desal. 1 rusak	15	Failed
30	03/12/2009	Spray Ejector Desal 1 abnormal	23	Failed
31	30/12/2009	Sump pump desal #1 Abnormal	27	Suspended
32	14/01/2010	Perbaikan Support Support Area Desal	15	Suspended
33	15/01/2010	Sump Pump Desal No 2 suara kasar	1	Suspended
34	18/01/2010	Desal. 1 Steam inlet drain bocor	3	Failed
35	29/01/2010	Sinyal Emgncy Trip Desal "Active"	11	Failed
36	03/02/2010	condensat pump desal 1 suara kasar	5	Suspended
37	17/03/2010	Condensate pump desal. 1 suara kasar	42	Suspended
38	05/04/2010	line condensate desal 2 bocor	19	Failed
39	19/04/2010	Valve Man Steam Supply Desal bocor	14	Failed
40	18/05/2010	Line Disch Condensat Pump Desal 1 Bocor	29	Failed
41	24/08/2010	Line Discarge Condensat Desal 1 Bocor	98	Failed
42	27/08/2010	Desal #1 Rubber Exp. Joint Rusak	3	Suspended
43	31/08/2010	Line vacuum stage 1 desal 1 bocor pd elb	4	Failed

<b>NO</b>	<b>Tanggal</b>	<b>Deskripsi</b>	<b>TBF (HARI)</b>	<b>KODE STATUS</b>
44	03/09/2010	Desal1:signal conditioning abnormal	3	Failed
45	05/10/2010	Line Spray Steam Temp Desal 1 Bcr	32	Failed
46	08/10/2010	Desal #1 : Spacer Line Brine Rusak	3	Failed
47	21/10/2010	Desal #1 Condensate Pump No.1	13	Failed
48	12/11/2010	Level Switch Condensate Desal 1 rusak	22	Suspended
49	26/11/2010	Ind. Flow distilate desal 1 hunting	14	Suspended
50	31/12/2010	Agitator Chemical Desal 1 tdk bs operasi	35	Suspended
51	12/01/2011	signal Brine temperature desal 1 Abnorma	12	Failed
52	13/01/2011	Lvl Indikator Condensate desal 1 bocor	1	Failed
53	01/02/2011	Sump Pump Desal 1 tidak bisa AUTO	19	Suspended
54	07/02/2011	Desal1:Coil CRV sea wtr flow abnrml	6	Failed
55	25/03/2011	Desal 1: Membran Stage 20 pecah	46	Failed
56	01/04/2011	Baut gland paking CRV Brine patah desal2	7	Failed
57	01/04/2011	Desal1:Brain temp abnormal	0	Suspended
58	05/04/2011	PI Chem. Pump desal 1 Rusak	4	Suspended
59	05/04/2011	Conduct Cond. Desal 1 hunting	0	Failed
60	12/04/2011	Line Condensate bocor desal 1	7	Suspended
61	12/04/2011	Distilate level desal 1 hunting	0	Failed
62	20/04/2011	Desal 2 Brine Blowdown Pump	8	Failed
63	09/06/2011	BOP: Aux steam vlv to desal bocor	50	Failed
64	27/06/2011	MOV steam supply desal 2 leak through	18	Failed
65	29/07/2011	Desal 1 : drain line stem inlet bocor	32	Failed
66	27/12/2011	Desal 1: CRV ejector tidak bisa auto	151	Failed
67	27/12/2011	line drain steam inlet desal 1 bocor	0	Failed
68	16/01/2012	Desal 1 Online-Dump CV abnormal	20	Failed
69	20/03/2012	Desal1: Evaporator Tube tersumbat	64	Failed
70	23/04/2012	Line Cond Return Desal bocor	34	Failed
71	14/05/2012	Cleaning Tube desal 1	21	Failed
72	14/05/2012	PD.Condensate pump Desal 1	0	Suspended
73	01/11/2012	Desal 1: CRV distilate Leaksthrough	171	Failed
74	18/12/2012	Sump Pump Desal tdk bisa auto	47	Failed
75	03/01/2013	Desal 1,Drain Steam Inlet- Bocor	16	Failed
76	17/05/2013	Desal : Valve Drain steam leakthrough	134	Failed
77	31/07/2013	Conduc meter condensate desal 1 Abnormal	75	Failed
78	13/08/2013	Desal 1 : Steam Drain Valve Leakthrough	13	Failed
79	18/09/2013	line condensate dr desal ke boiler bocor	36	Failed
80	01/10/2013	line drain desal #1 bocor	13	Failed
<b>MTBF</b>			46,61	

Keterangan:

Failed : Permasalahan yang terjadi menyebabkan desalination plant tidak bisa beroperasi.

Suspended: Permasalahan yang terjadi tidak menyebabkan desalination plant tidak bisa beroperasi.

Pada table 2 dibawah ini menunjukan data kerusakan peralatan *desalination plant 1*.

Tabel 2 Kerusakan Peralatan *Desalination Plant 1*

No.	Deskripsi	Jumlah Kerusakan
1	<i>Steam Pipe</i>	13
2	<i>Valve</i>	13
3	<i>Condensate Pipe</i>	9
4	<i>Brain Blowdown Pump</i>	7
5	<i>Condensate Pump</i>	5
6	<i>Evaporator stage 1-20</i>	4
7	<i>Conductivity Meter</i>	4
8	<i>Brain Heater</i>	3
9	<i>Sea Water Pipe</i>	2
10	<i>Chemical Pump</i>	2
11	<i>Ejector Condenser</i>	2
12	<i>Pressure Indikator/Transmitter</i>	2
13	<i>Temperatur Indikator/Transmitter</i>	2
14	<i>Level Indikator</i>	2
15	<i>Flowmeter Indikator/Transmitter</i>	2
16	Lain-Lain	2
17	<i>Distillate Pipe</i>	1
18	<i>Sump Pump</i>	1

Pada table 3 dibawah ini menunjukan data *time between failure (tbf)* dan status *desalination plant 2*.

Tabel 3 *Time Between Failure (TBF)* dan Status *Desalination Plant 2*

NO	Tanggal	Deskripsi	TBF (HARI)	KODE STATUS
1	03/07/2003	<i>Motor Chemical inject.pump1,Desal 2 terb</i>	0	<i>Suspended</i>
2	17/07/2003	<i>Line Uap ke Desalination Bocor</i>	14	<i>Failed</i>
3	01/08/2003	<i>Line TI Aux.steam ke Desal Bocor</i>	15	<i>Failed</i>
4	22/08/2003	<i>Pen shaft chem.inj.desal no.2 patah</i>	21	<i>Failed</i>
5	15/07/2004	<i>wtr line dr desal ke hotwell,bocor</i>	328	<i>Suspended</i>
6	24/10/2004	<i>PI sea Water Desal 2 Abnormal</i>	101	<i>Suspended</i>
7	31/01/2005	<i>CV Steam ejector Desal 2 Oprsi Abnormal</i>	99	<i>Failed</i>
8	03/02/2005	<i>rly k21 breaker distl po.desal 2,rusak</i>	3	<i>Failed</i>
9	16/04/2005	<i>Lev.Transmitter Cond.Desal 2 abnormal</i>	72	<i>Failed</i>
10	06/05/2005	<i>desal 2 pendingin steam ejector bocor</i>	20	<i>Failed</i>
11	21/09/2005	<i>line desal 2 ke ejector bocor</i>	138	<i>Failed</i>
12	13/02/2006	<i>Desal plant 2:flow meter di POS,abnormal</i>	145	<i>Suspended</i>
13	27/03/2006	<i>Desal 2: Alat ukur PI &amp; TI bnyk yg rusa</i>	42	<i>Suspended</i>
14	22/05/2006	<i>BOP:line air laut k ejector desal2 bocor</i>	56	<i>Failed</i>



NO	Tanggal	Deskripsi	TBF (HARI)	KODE STATUS
15	01/06/2006	ST:valve drain spray steam u/desal bocor	10	Failed
16	12/06/2006	desal#2: poros agitator patah	11	Suspended
17	29/06/2006	desal 2; ps after dest. pump bocor	17	Failed
18	13/07/2006	BOP:bocoran uap suply desal tambah besar	14	Failed
19	25/07/2006	Desal 2 : level brine low-low	12	Failed
20	03/08/2006	BOP:bocoran line return condensat desal	9	Failed
21	30/08/2006	BOP:Conductivity meter Desal 2 abnormal	27	Suspended
22	13/11/2006	Isolasi pipa Aux Steam ke desal Rusak	75	Suspended
23	26/12/2006	Relief vlv desprhtr steam to desal bocor	43	Failed
24	02/01/2007	Perb. kebocoran Auxiliary Steam to Desal	7	Failed
25	23/01/2007	BOP:desuperheater valve desal 2 malfnc	21	Failed
26	23/01/2007	BOP:desuperheater valve desal 2 malfnc	0	Failed
27	13/08/2007	Desal:Manual valve steam bocor	202	Failed
28	30/10/2007	Desal 2 : line ejector bocor	78	Failed
29	08/02/2008	Desal2:safety valve brine heater bocor	101	Failed
30	03/03/2008	Vacuum Breaking Desal 2 rusak	24	Failed
31	04/05/2009	REWORK: MOV Aux Steam u/ Desal Bengkak	427	Failed
32	08/05/2009	Perbaikan Gearbox Agitator Desal #2	4	Suspended
33	25/08/2009	Brine blowdown desal 2 suara kasar	109	Failed
34	21/10/2009	Line Aux steam Desal bocor	57	Failed
35	26/10/2009	Desal 2 Brine blowdown pump ngempos	5	Failed
36	21/12/2009	Desal 2 : Membran Stg 20 jebol	56	Failed
37	21/12/2009	CRV Sea Wtr Supply Desal 2 Open Terus	0	Suspended
38	12/01/2010	Penggantian Condensate Pump Desal 2	22	Failed
39	14/01/2010	Perbaikan Support Support Area Desal	2	Suspended
40	15/01/2010	Sump Pump Desal No 2 suara kasar	1	Suspended
41	29/01/2010	Sinyal Emgncy Trip Desal "Active"	14	Failed
42	17/03/2010	Desal 2 pengaduk Agitator lepas	47	Failed
43	05/04/2010	line condensate desal 2 bocor	19	Failed
44	19/04/2010	Valve Man Steam Supply Desal bocor	14	Failed
45	29/04/2010	Desal 2 pengaduk Agitator lepas	10	Failed
46	05/05/2010	Line Cond Pump Desal 2 Bocor	6	Failed
47	18/05/2010	Perbaikan Breaker Condensat Pump Desal 2	13	Failed
48	16/06/2010	Desal #2 Perbaikan CRV Spray Valve	29	Failed
49	28/06/2010	Desal2:Rapture Disk Stage 20 Pecah	12	Failed
50	29/06/2010	Desal2:CRV Brine Blowdown Abnormal	1	Failed
51	05/07/2010	Desal.2 Dump distilate abnormal	6	Suspended
52	31/08/2010	Pompa2 Desal 2 tdk bsa diopskan dari pos	57	Failed
53	09/11/2010	Pompa Blowdown Desal 2 Suara Kasar	70	Failed
54	18/11/2010	Line Spray Steam Temp Desal 2 Bcr	9	Failed
55	19/01/2011	level condensate tank desal #2 abnormal	62	Failed

56	28/01/2011	Line Vacum Stage2 Desal 2 retak	9	Failed
57	01/03/2011	Power Supply Desal 2 rusak	32	Failed
58	01/04/2011	Baut gland paking CRV Brine patah desal2	31	Failed
59	06/04/2011	CRV Ejector Desal 2 abnormal	5	Failed
60	06/04/2011	Chem. Pump 2 Desal 2 suara kasar	0	Suspended
61	20/04/2011	Desal 2 Brine Blowdown Pump	14	Failed
62	09/06/2011	BOP: Aux steam vlv to desal bocor	50	Failed
63	27/06/2011	MOV steam supply desal 2 leak through	18	Failed
64	27/06/2011	Condensat pump desal 2 bocor	0	Failed
65	26/09/2011	Desal 2: Brine blowdown pump ngempos	91	Failed
66	24/02/2012	Perbaikan Pompa Condensate Desal2	151	Failed
67	23/04/2012	Line Cond Return Desal bocor	59	Failed
68	31/10/2012	Desal2: Bocoran uap CRV steam inlet	191	Failed
69	18/12/2012	Sump Pump Desal tdk bisa auto	48	Failed
70	28/02/2013	Desal 2 : condensate tidak bisa auto dump	72	Failed
71	17/05/2013	Desal : Valve Drain steam leakthrough	78	Failed
72	20/05/2013	Desal 2 : Bocoran Steam Di Valve drain	3	Failed
73	28/06/2013	Perbaikan Controller Desal 2	39	Failed
74	30/07/2013	Membrane brine blowdown desal 2 pecah	32	Failed
75	01/08/2013	Steam Ejector desal 2 bocor	2	Failed
76	13/08/2013	Desal 2 : Press Transmitter Seawater	12	Failed
77	18/09/2013	line condensate dr desal ke boiler bocor	36	Failed
<b>MTBF</b>			48,44	

Keterangan:

Failed: Permasalahan yang terjadi menyebabkan desalination plant tidak bisa beroperasi.

Suspended: Permasalahan yang terjadi tidak menyebabkan desalination plant tidak bisa beroperasi

Tabel 4 dibawah ini menunjukan data kerusakan peralatan *desalination plant 2*

Tabel 4 Kerusakan Peralatan *Desalination Plant 2*

No.	Deskripsi	Jumlah Kerusakan
1	Valve	21
2	Steam Pipe	9
3	Chemical Pump	7
4	Condensate Pipe	5
5	Brain Blowdown Pump	5
6	Evaporator stage 1-20	4
7	Condensate Pump	4
8	Pressure Indikator/Transmitter	4
9	Ejector Condenser	3

No.	Deskripsi	Jumlah Kerusakan
10	<i>Control</i>	3
11	<i>Level Indikator</i>	3
12	<i>Sump Pump</i>	2
13	<i>Lain-Lain</i>	2
14	<i>Sea Water Pipe</i>	1
15	<i>Distillate Pipe</i>	1
16	<i>Distillate Pump</i>	1
17	<i>Conductivity Meter</i>	1
18	<i>Flowmeter Indikator/Transmitter</i>	1

**Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) Desalination Plant 1**

Tabel 5. FMEADesalination Plant 1

No.	Nama Peralatan	Fungsi	Mode Kerusakan	Dampak Kerusakan	Penyebab Kerusakan
1	<i>Steam Pipe</i>	Mengalirkan <i>Steam</i> ke <i>desalination plant</i>	-Pecah -Bocor -Rusak	1. Produksi Desal Menurun 2. <i>Supply Steam</i> terhambat 3. <i>Desalination</i> tidak bisa Operasi	1. Umur Pipa 2. Korosi
2	<i>Valve</i>	menutup/pen cegah arah aliran	<i>leakage</i> <i>leaktrough</i>	Desal tidak operasi	1. Sering <i>Trip</i> 2. Pengoperasian tidak sesuai SOP
3	<i>Condensate Pipe</i>	Mengalirkan produk <i>distillate</i> ke <i>raw Water Tank</i>	-Pecah -Bocor -Rusak	1. Produksi Desal Menurun 2. Air <i>Distillate</i> tidak bisa masuk ke <i>Raw Tank</i> 3. <i>Desalination</i> tidak bisa Operasi	1. Umur Pipa 2. Korosi
4	<i>Brine Blowdown Pump</i>		- <i>Bearing</i> rusak - <i>Impeler</i> patah/tergerus/ tidak presisi -Motor rusak - <i>strainer</i> Rusak	1. Produksi Desal Menurun 2. <i>Desalination</i> tidak bisa Operasi	1. <i>Unbalance</i> 2. <i>Performance</i> menurun 3. Sampah <i>overload</i> 4. <i>Strainer</i> Tersumbat
5	<i>Condensate Pump</i>	memompa air <i>condensate</i> ke <i>hotwell</i>	- <i>Bearing</i> rusak - <i>Impeler</i> patah/tergerus/ tidak presisi -Motor rusak - <i>strainer</i> Rusak	1. Produksi Desal Menurun 2. <i>Desalination</i> tidak bisa Operasi	1. <i>Unbalance</i> 2. <i>Performance</i> menurun

No.	Nama Peralatan	Fungsi	Mode Kerusakan	Dampak Kerusakan	Penyebab Kerusakan
6	<i>Evaporator stage 1-20</i>	Memisahkan Air laut menjadi air tawar	1. Bocor 2. Pengerakan 3. Pendinginan Kurang 4. Demister Rusak/Kotor	1. Produk Desal berkurang 2. Kualitas Desal turun 3. Pencemaran Produksi Desal	1. Korosi 2. Air laut berlumpur 3. <i>tube-tube</i> kotor 4. <i>Chemical</i> kurang dan air laut berlumpur 5. sering trip
7	<i>Conductivity Meter</i>	mengindikasikan <i>conductivity</i> air baik di lokal maupun di POS	Penunjukkan tidak akurat, tidak stabil	-Desal tidak operasi -Salah pembacaan	-lingkungan <i>-temperature</i>
8	<i>Brine Heater</i>	sebagai <i>preheater</i> sebelum masuk <i>evaporator</i>	Bocor	-tercemar - <i>Overheating</i>	1. <i>Zink Anode</i> habis 2. Kotor 3. Korosi
9	<i>Sea Water Pipe</i>	Mengalirkan Air laut ke desalination Plant	-Pecah -Bocor -Rusak	1. Produksi Desal Menurun 2. Supply Air Laut terhambat 3. Desalination tidak bisa Operasi	1. Umur Pipa 2. Korosi
10	<i>Chemical Pump</i>	Menginjeksikan <i>chemical</i> ke dalam aliran air laut masuk sistem	-Bearing rusak -Impeler patah/tergerus/ tidak presisi -Motor rusak	1. Tumbuhnya Tritip-tritip biota laut 2. Produksi kualitas desal tidak optimal, <i>Conductivity</i> naik > 20 Us	1. <i>Unbalance</i> 2. <i>Performance</i> menurun
11	<i>Ejector Condenser</i>	mengkondisikan <i>flash evaporator</i> pada kondisi <i>vacuum</i>	- <i>Clearance oversize</i> - <i>Nozzle</i> tersumbat	1. Produksi Desal Menurun 2. <i>Desalination</i> tidak bisa Operasi	- <i>lifetime</i> -Kotor
12	<i>Pressure Indikator/Transmitter</i>	mengindikasikan <i>pressure</i> operasi baik di lokal maupun di POS	Penunjukkan tidak akurat, tidak stabil	-Desal tidak operasi -Salah pembacaan	-lingkungan <i>-temperature</i> -adanya <i>gliserin</i>
13	<i>Temperatur Indikator/Transmitter</i>	mengindikasikan Temperatur operasi baik di lokal dan POS	Penunjukkan tidak akurat, tidak stabil	-Desal tidak operasi -Salah pembacaan	-lingkungan <i>-temperature</i>

No.	Nama Peralatan	Fungsi	Mode Kerusakan	Dampak Kerusakan	Penyebab Kerusakan
14	<i>Level Indikator/Transmitter</i>	mengindikasikan level operasi baik di lokal maupun di POS	Penunjukkan tidak akurat, tidak stabil	-Desal tidak operasi -Salah pembacaan	-lingkungan -temperature
15	<i>Flowmeter Indikator/Transmitter</i>	mengindikasikan <i>Flow</i> operasi baik di lokal maupun di POS	Penunjukkan tidak akurat, tidak stabil	-Desal tidak operasi -Salah pembacaan	-lingkungan -temperature
16	<i>Distillate Pipe</i>	Mengalirkan produk <i>distillate</i> ke raw Water Tank	-Pecah -Bocor -Rusak	1. Produksi Desal Menurun 2. Air <i>Distillate</i> tidak bisa masuk ke <i>Raw Tank</i> 3. <i>Desalination</i> tidak bisa Operasi	1. Umur Pipa 2. Korosi
17	<i>Sump Pump</i>	Mengalirkan air (sisa operasional+ air hujan dll)	- <i>Bearing</i> rusak - <i>Impeler</i> patah/tergerus/ tidak presisi -Motor rusak -strainer Rusak	Air pada <i>sump tank</i> luber	1. <i>Unbalance</i> 2. <i>Performance</i> menurun 3. Sampah <i>overload</i> 4. Strainer Tersumbat 5. Umur bearing

**Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) Desalination Plant 2**

Tabel 6. FMEA Desalination Plant 2

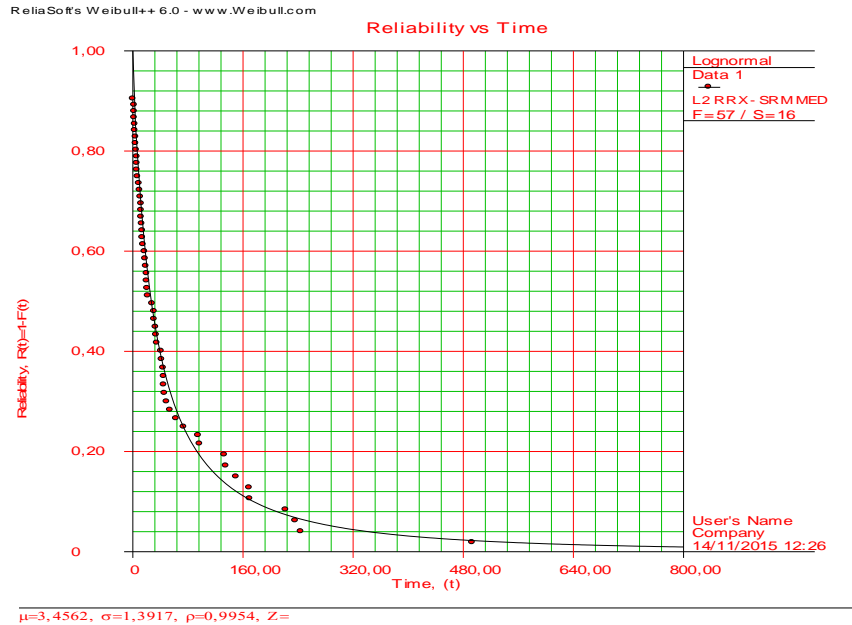
No.	Nama Peralatan	Fungsi	Mode Kerusakan	Dampak Kerusakan	Penyebab Kerusakan
1	<i>Valve</i>	menutup/pencegahan arah aliran	<i>leakage</i> <i>leaktrough</i>	Desal tidak operasi	1. Sering <i>Trip</i> 2. Pengoperasian tidak sesuai SOP
2	<i>Steam Pipe</i>	Mengalirkan <i>Steam</i> ke <i>desalination plant</i>	-Pecah -Bocor -Rusak	1. Produksi Desal Menurun 2. <i>Supply Steam</i> terhambat 3. <i>Desalination</i> tidak bisa Operasi	1. Umur Pipa 2. Korosi
3	<i>Chemical Pump</i>	Menginjeksikan <i>chemical</i> ke dalam aliran air laut masuk sistem	- <i>Bearing</i> rusak, - <i>Impeler</i> patah/ /tidak presisi Motor rusak	1. Tumbuhnya Tritip-tritip biota laut 2. Produksi desal tidak optimal, <i>Conductivity</i> naik > 20 Us	1. <i>Unbalance</i> 2. <i>Performance</i> menurun

No.	Nama Peralatan	Fungsi	Mode Kerusakan	Dampak Kerusakan	Penyebab Kerusakan
4	<i>Condensate Pipe</i>	Mengalirkan produk <i>distillate</i> ke <i>raw Water Tank</i>	-Pecah -Bocor -Rusak	1. Produksi Desal Menurun 2. Air <i>Distillate</i> tidak bisa masuk ke <i>Raw Tank</i> 3. <i>Desalination</i> tidak bisa Operasi	1. Umur Pipa 2. Korosi
5	<i>Brine Blowdown Pump</i>		- <i>Bearing</i> rusak - <i>Impeler</i> patah/tergerus/tidak presisi -Motor rusak - <i>strainer</i> Rusak	1. Produksi Desal Menurun 2. <i>Desalination</i> tidak bisa Operasi	1. <i>Unbalance</i> 2. <i>Performance</i> menurun 3. Sampah <i>overload</i> 4. <i>Strainer</i> Tersumbat
6	<i>Evaporator stage 1-20</i>	Memisahkan Air laut menjadi air tawar	1. Bocor 2. Pengerakan 3. Pendinginan Kurang 4. <i>Demister</i> Rusak/Kotor	1. Produk Desal berkurang 2. Kualitas Desal turun 3. Pencemaran Produksi Desal	1. Korosi 2. Air laut berlumpur 3. <i>tube-tube</i> kotor 4. <i>Chemical</i> kurang dan air laut berlumpur 5. sering trip
7	<i>Condensate Pump</i>	memompa air <i>condensate</i> ke <i>hotwell</i>	- <i>Bearing</i> rusak - <i>Impeler</i> patah/tergerus/tidak presisi -Motor rusak - <i>strainer</i> Rusak	1. Produksi Desal Menurun 2. <i>Desalination</i> tidak bisa Operasi	1. <i>Unbalance</i> 2. <i>Performance</i> menurun
8	<i>Pressure Indikator/Transmitter</i>	mengindikasikan <i>pressure</i> operasi baik di lokal maupun di POS	Penunjukkan tidak akurat, tidak stabil	-Desal tidak operasi -Salah pembacaan	-lingkungan - <i>temperature</i> -adanya gliserin
9	<i>Ejector Condenser</i>	mengkondisikan <i>flash evaporator</i> pada kondisi <i>vacuum</i>	- <i>Clearance oversize</i> - <i>Nozzle</i> tersumbat	1. Produksi Desal Menurun 2. <i>Desalination</i> tidak bisa Operasi	- <i>lifetime</i> -Kotor
10	<i>Control</i>	Memastikan operasional <i>desalination plant</i> sesuai batasan operasional (rekomendasi pabrikan)	- Sinyal palsu - Kerusakan <i>part control</i>	-Desal tidak operasi -Salah pembacaan	-lingkungan - <i>temperature</i>
11	<i>Level Indikator/Transmitter</i>	mengindikasikan <i>level</i> operasi baik di lokal dan POS	Penunjukkan tidak akurat, tidak stabil	-Desal tidak operasi -Salah pembacaan	-lingkungan - <i>temperature</i>

No.	Nama Peralatan	Fungsi	Mode Kerusakan	Dampak Kerusakan	Penyebab Kerusakan
12	<i>Sump Pump</i>	Mengalirkan air (sisa operasional+air hujan dll)	- <i>Bearing</i> rusak - <i>Impeler</i> patah/tergerus/tidak presisi -Motor rusak -strainer Rusak	Air pada <i>sump tank</i> luber	1. <i>Unbalance</i> 2. <i>Performance</i> menurun 3. Sampah <i>overload</i> 4. <i>Strainer</i> Tersumbat 5. Umur <i>bearing</i>
13	<i>Sea Water Pipe</i>	Mengalirkan Air laut ke <i>desalination Plant</i>	-Pecah -Bocor -Rusak	1. Produksi Desal Menurun 2. <i>Supply</i> Air Laut terhambat 3. <i>Desalination</i> tidak bisa Operasi	1. Umur Pipa 2. Korosi
14	<i>Distillate Pipe</i>	Mengalirkan produk <i>distillate</i> ke <i>raw Water Tank</i>	-Pecah -Bocor -Rusak	1. Produksi Desal Menurun 2. Air <i>Distillate</i> tidak bisa masuk ke <i>Raw Tank</i> 3. <i>Desalination</i> tidak bisa Operasi	1. Umur Pipa 2. Korosi
15	<i>Distillate Pump</i>	memompa air <i>distillate</i> ke <i>raw water</i>	- <i>Bearing</i> rusak - <i>Impeler</i> patah/tergerus/tidak presisi -Motor rusak -strainer Rusak	1. Produksi Desal Menurun 2. <i>Desalination</i> tidak bisa Operasi	1. <i>Unbalance</i> 2. <i>Performance</i> menurun 3. Sampah <i>overload</i> 4. <i>Strainer</i> Tersumbat
16	<i>Conductivity meter</i>	Mengukur <i>conductivity product</i> (air <i>destilate</i> ) desal	Penunjukkan tidak akurat,tidak stabil	-Desal tidak operasi -Salah pembacaan	-lingkungan <i>-temperature</i>
17	<i>Brine Heater</i>	sebagai <i>preheater</i> sebelum masuk <i>evaporator</i>	Bocor	-tercemar - <i>Overheating</i>	1. <i>Zink Anode</i> habis 2. Kotor 3. Korosi
18	<i>Temperatur Indikator/Transmitter</i>	mengindikasikan Temperatur operasi baik di lokal maupun di POS	Penunjukkan tidak akurat,tidak stabil	-Desal tidak operasi -Salah pembacaan	-lingkungan <i>-temperature</i>
19	<i>Flowmeter Indikator/Transmitter</i>	mengindikasikan <i>Flow</i> operasi baik di lokal maupun di POS	Penunjukkan tidak akurat,tidak stabil	-Desal tidak operasi -Salah pembacaan	-lingkungan <i>-temperature</i>

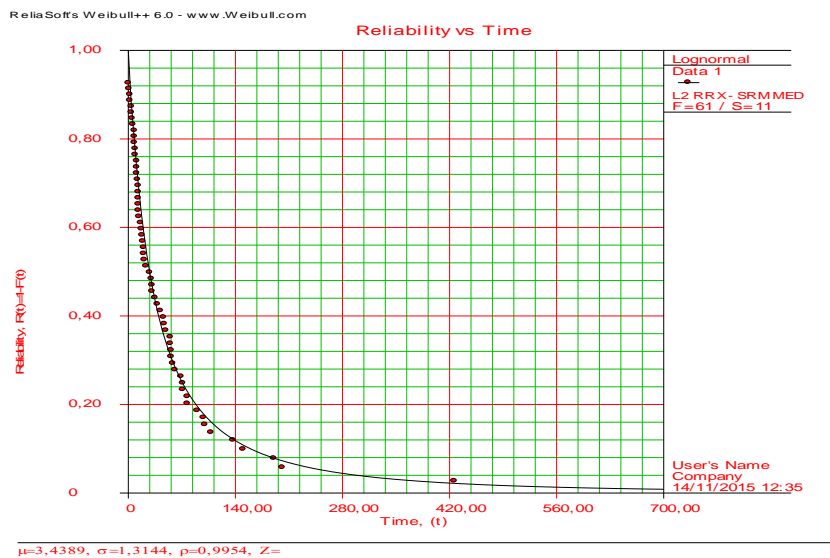
### Perhitungan Weibull Analisis

Weibull analysis merupakan tools untuk validasi reliability testing. Hasil dari pengetestan tersebut digunakan untuk mengidentifikasi dan menunjukkan keandalan sistem. Perhitungan weibull analisis desalination plant dengan menggunakan software weibull+. Data yang dianalisa adalah *Time Between Failure (TBF)* dan status kerusakan peralatan perkejadian. Pada gambar 3 dan 4 menunjukkan perhitungan weibull analisis *Desalination plant 1 dan 2*



Gambar 3. Weibull (Reliability vs Time) Desalination Plant 1

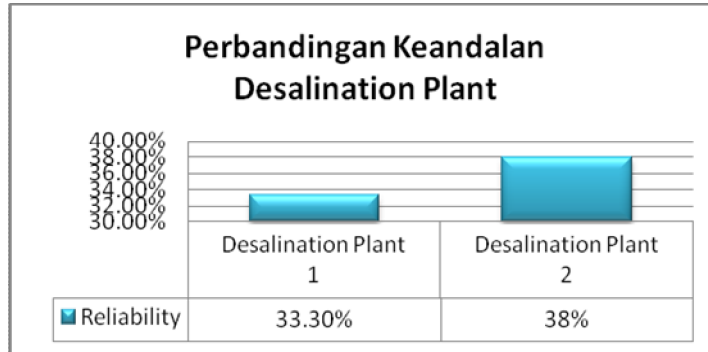
Dari perhitungan weibull analisis ini mencerminkan bahwa nilai *reliability* untuk desalination plant sebesar  $0,33 = 33\%$  dengan nilai *MTBF* sebesar 46,61 hari



Gambar 4 Weibull (Reliability vs Time) Desalination Plant 2



Dari perhitungan *weibull analysis* ini mencerminkan bahwa nilai *reliability* untuk *desalination plant* sebesar  $0,38 = 38\%$  dengan nilai MTBF sebesar 48,44 hari. Dari perhitungan keandalan *desalination plant* menggunakan *Weibull analysis* diatas dapat digambarkan hasil sebagai berikut:

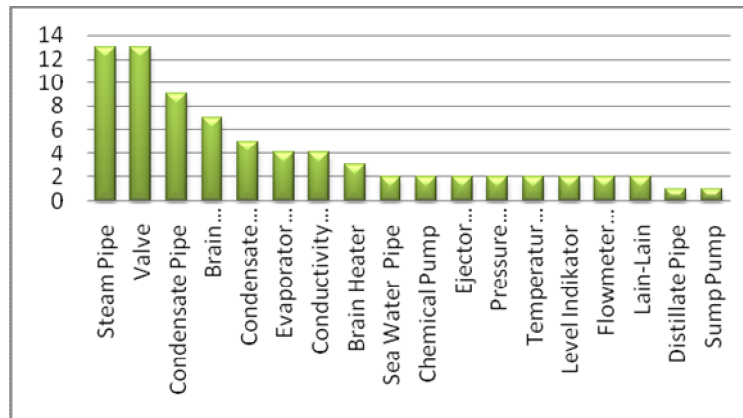


Gambar 5. Perbandingan Keandalan *Desalination Plant* 1 & 2

*Desalination plant* 2 lebih andal dibandingkan dengan *desalination plant* 1, artinya *desalination plant* 2 direkomendasikan untuk prioritas operasi, sedangkan *desalination plant* 1 diprioritaskan untuk dilakukan pemeliharaan.

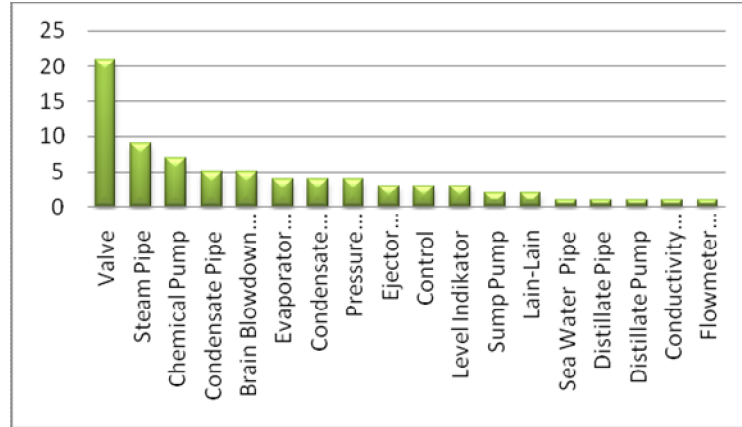
**Pareto Peralatan**

Diagram pareto adalah grafik batang yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya jumlah kejadian. Urutannya mulai dari jumlah permasalahan yang paling banyak terjadi sampai yang paling sedikit terjadi. Komparasi antara FMEA dan data kerusakan peralatan pada *Desalination Plant* 1 didapatkan :



Gambar 6. Pareto Kerusakan Peralatan *Desalination Plant* 1

Dari kerusakan peralatan *desalination plant* 1 kerusakan peralatan yang sering terjadi adalah: Satu. *Steam Pipe*, kerusakan yang sering terjadi disebabkan umur pipa dan korosif. Dua. *Valve*, kerusakan yang sering terjadi adalah dikarenakan rusaknya coil pada *control valve* dan *valve* tidak bisa menutup sempurna, karena kerusakan pada *part*. Tiga. *Condensate pipe*, kerusakan yang sering terjadi disebabkan umur pipa dan korosif. Sedangkan komparasi antara FMEA dan data kerusakan peralatan pada *desalination plant* 2 didapatkan:



Gambar 7 Pareto Kerusakan Peralatan Desalination Plant 2

Dari kerusakan peralatan *desalination plant 2* kerusakan peralatan yang sering terjadi adalah: Satu. *Valve*, kerusakan yang sering terjadi adalah karena *valve* tidak bisa menutup sempurna, karena kerusakan pada *part* dan kebocoran pada sambungan las antara *valve* dengan pipa. Dua. *Steam Pipe*, kerusakan yang sering terjadi disebabkan umur pipa dan korosif. Tiga. *Chemical pump*, kerusakan yang sering terjadi pada sistem pengaduk *chemical tank*.

**Usulan Perbaikan Desalination Plant**

Usulan Perbaikan berdasarkan masalah yang paling sering terjadi, pada *desalination plant 1* permasalahan yang sering terjadi pada steam pipe sedangkan *desalination 2* permasalahan yang sering terjadi pada *valve*.

Tabel 7. Usulan Perbaikan Desalination Plant

Unit	Deskripsi peralatan	Perencanaan Perbaikan dan Solusi	Schedule Perbaikan	Analisa	Tindakan yang disarankan
<i>Desalination Plant 1</i>	<i>Steam Pipe</i>	Penggantian <i>Steam Pipe</i>	1. Perencanaan perbaikan = 1 minggu 2. Proses pengadaan = 3 bulan 3. Proses perbaikan = 1 bulan	Bertujuan untuk analisa setelah perbaikan berupa: 1. Kemungkinan terjadi kebocoran steam pipe ulang. 2. Penyebab <i>steam pipe</i> bocor	Pengecekan sistem <i>sump pump</i> gorong-gorong karena kebocoran yang terjadi lokasi di gorong-gorong (karena steam pipe terendam air sehingga steam pipe cepat korosi)
<i>Desalination Plant 2</i>	<i>Valve</i>	Penggantian <i>Valve</i> baru	1. Perencanaan perbaikan = 1 minggu 2. Proses pengadaan = 3 bulan	Bertujuan untuk analisa setelah perbaikan berupa: 1. <i>Review Standart</i>	Perbaikan <i>valve</i> yang rusak dan digunakan sebagai <i>spare</i> jika <i>valve</i> dengan spesifikasi yang sama rusak.

## PENUTUP

### Simpulan

Setelah dilakukan analisa hasil, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah:

1. Dari perhitungan pada bab 5, diketahui *desalination plant* 1 mempunyai *reliability* sebesar 33% dan *desalination plant* 2 mempunyai *reliability* sebesar 38%. Hal ini menunjukkan keandalan *desalination plant* 1 lebih rendah daripada *desalination plant* 2.
2. Unit *desalination plant* 2 lebih andal dibandingkan dengan unit *desalination plant* 1, artinya unit *desalination plant* 2 direkomendasikan untuk prioritas operasi, sedangkan unit *desalination plant* 1 diprioritaskan untuk dilakukan pemeliharaan.

### Saran

Saran pertama yaitu untuk industri yang menggunakan sistem *desalination plant* saran yang dapat penulis berikan adalah: Satu. Dilakukan *asset mapping* terkait peralatan yang diindikasikan masuk dalam *pareto* kerusakan secara detail guna menajamkan peralatan-peralatan yang perlu dilakukan pemeliharaan. Dua. Untuk tidaklanjut operasi diperlukan *review Standart* Operasional Prosedur Pengoperasian *Desalination Plant*.

Saran kedua yaitu untuk peneliti selanjutnya disarankan melakukan *asset mapping* terkait peralatan yang diindikasikan masuk dalam *pareto* kerusakan secara detail guna menajamkan peralatan-peralatan yang perlu dilakukan *treatment*. Dengan hasil dari *Asset mapping* sebagai berikut *mapping* detail peralatan *desalination plant*, *mapping* dan simulasi pengoperasian *desalination plant*, membuat rencana *preventive maintenance*, membuat rencana *predictive maintenance*, dan membuat rencana penggantian peralatan yang rusak. Saran ketiga, untuk yang mempelajari *desalination plant* disarankan mempelajari terlebih dahulu filosofi dasar pengoperasian dan pemeliharaan *desalination plant*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Lycete, B. 2005. Practical Considerations in Calculating Reliability of Fielded Products. The Journal of *The Reliability Analysis Center*, Second Quarter.
- Bungin. B. 2006. *Analisis Data Penelitian Kualitatif, Pemahaman Filosofis dan Metodologis ke Arah Penguasaan Model Aplikasi*. PT Raja Grafindo Perkasa: Jakarta.
- Carlson, C, S. 2012. *Effective FMEAs, Achieving Safe, Reliable, and Economical Products, and Processes Using Failure Mode and Effects Analysis*. A John Wiley & Sons, Inc publication.
- Chin, K, S., Wang, Y, M., Kwai Poon, G, K., Yang, J, B. 2009. Failure Mode And Effects Analysis By Data Envelopment Analysis. *Journal Decision Support System*, Vol. 48, Hal. 244-256.
- Ebrahimipour, V., Rezaie, K., Shokravi, S. 2010. An Ontology Approach to Support FMEA Studies. *Expert Systems with Applications*, Vol. 37, Issue 1, Hal. 671–677.
- Stamatis, D, H. 2003. *Failure Mode and Effect Analysis, FMEA from Theory to Execution*, Second editions. American Society for Quality. Quality Press: Milwaukee.
- Heizer, J., Render, B. 2010. *Operations Management*, 10th edition. Pearson Education Inc, publishing as Prentice Hall.
- Hoseynabadi, H, A., Oraee, H., Tavner, P, J. 2010. Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) For Wind Turbines. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Vol. 32, Issue 7, Hal. 817–824.

- PT PLN. *Materi Diklat External Water Treatment PT. PLN (Persero)*. Pusat Pendidikan dan Pelatihan.
- Moleong, L, Y. 2005. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Edisi revisi. PT Penerbit Remaja Rosdakarya: Bandung.
- Parmaputra, W., Miftachul, A., Destiyani P, M., Husni, F., Hardianto, T. 2013. *Potensi Tenaga Angin Dengan Weibull Analisis Untuk Penerapan Renewable Energy di Pantai Watu Ulo Kabupaten Jember*.
- Curt, R. 2012. *Reliability Analyses with Weibull*. Tersedia di [www.crggraph.com](http://www.crggraph.com).
- Danim, S. 2002. *Menjadi Peneliti Kualitatif: Ancaman Metodologi, Presentasi dan Publikasi Hasil Penelitian Untuk Mahasiswa dan Peneliti Pemula Bidang-Bidang Sosial, Pendidikan dan Humaniora*. Penerbit Pustaka Setia: Bandung.
- Wulandari, F, T. 2007. *Analisa Moda Dan Efek Kegagalan (Failure Mode And Effects Analysis/FMEA)*. Pada Produk Kursi Lipat Chitose Yamato HAA”.