

## PERAWATAN PREVENTIFE *SUBMERSIBLE PUMP* DENGAN METODE *AGE REPLACEMENT*

Abdul Wahid Nuruddin<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Industri, Universitas PGRI Ronggolawe

\*Email: nuruddinabdulwahid@gmail.com

### ABSTRAK

Pompa adalah alat yang digunakan untuk memindahkan fluida cair/cairan melalui konversi energi mekanik menjadi energi kinetik. Salah satu jenis pompa yang dapat digunakan adalah submersible pump. Desa sukoharjo kecamatan bancar merupakan salah satu pengguna submersible pump dengan daya 1.5 kW yang digunakan untuk memompa air dan mengalirkannya kemasyarakat desa. Seringnya kerusakan yang terjadi pada pompa menyebabkan aliran distribusi air untuk masyarakat terganggu. Dimana kondisi saat ini perawatan pada pompa hanya dilakukan ketika pompa mengalami kerusakan, sehingga perlu adanya perawatan preventife (pencegahan) dengan tujuan melakukan penjadwalan perawatan secara periodik untuk menjaga agar pompa tetap mampu beroperasi dengan biaya perawatan minimum. Pada penelitian ini perawatan preventife submersible pump dilakukan dengan metode *age replacement* sebagai berikut: 1) Menentukan komponen kritis; 2) menentukan pola distribusi kerusakan; 3) menghitung waktu rata-rata antar kerusakan dan 4) Menentukan Interval Perawatan pencegahan Penggantian Optimum. Berdasar pengolahan data perawatan dan analisa data dengan metode *age replacement* untuk menentukan interval waktu optimum perawatan pencegahan penggantian komponen kritis dengan kehandalannya. diketahui bahwa interval waktu penggantian komponen Electric Motor 79 hari, Impeller 53 hari dan Trush and Radial Bearing 52 hari dengan kehandalan masing-masing komponen Electric Motor 98,71%, Impeller 98,71% dan *Trush and Radial Bearing* 98,71%.

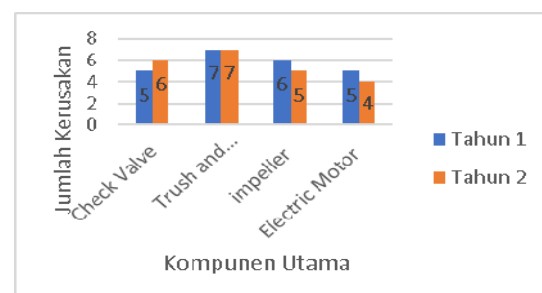
**Kata Kunci:** perawatan preventive; *submersible pump*; *Age Replacement*

### PENDAHULUAN

Air (fluida cair) merupakan salah satu kebutuhan pokok sebagai bahan konsumsi maupun lainnya untuk memenuhi kebutuhan setiap harinya. Pompa adalah alat yang digunakan untuk memindahkan fluida cair/cairan melalui konversi energi mekanik menjadi energi kinetik [1]. Electric Submersible Pump (ESP) merupakan salah satu lifter pada produksi minyak bumi ke permukaan [2]. ESP merupakan salah satu jenis pompa yang juga digunakan pada program kegiatan penyediaan air minum dan sanitasi dengan kemanfaatan berbasis masyarakat seperti halnya yang di gunakan desa sukoharjo kecamatan bancar kabupaten tuban. Pompa ini memiliki komponen utama diantaranya 1). *Trush and Radial Bearing*, 2). *Electric Motor*. 3). *Seal Pump*, 4). *Impeller*, 5). *Radial Bearing*, dan 6). *Check Valve* dengan kapasitas debit 4-5 liter/detik untuk melayani masyarakat (tertentu) Desa sukoharjo dengan waktu pelayanan 20 jam setiap harinya.

Pompa yang dimaksud diatas kondisi saat ini telah sering mengalami kerusakan

(gambar 1), dimana pada saat yang sama maka masyarakat desa tidak mendapat pelayanan air selama pompa dilakukan perbaikan. Sesuai kondisi yang ada dimana perawatan pompa saat ini masih dilakukan disaat ada kerusakan (*corrective maintenance*) sebagai salah satu upaya peremajaan untuk memperpanjang umur pompa. Hal ini menjadikan perawatan pompa menjadi penting untuk meningkatkan produktivitas, kehandalan (*reliability*) dan ketersediannya (*Availability*) dengan meminimumkan downtime sehingga menurunkan total biaya perawatan [3].



Gambar 1. Grafik Data Kerusakan ESP 2 tahun terakhir

Perawatan merupakan kegiatan yang berfungsi untuk meminimalisir terjadinya gangguan pada suatu sistem. Menurut Soesatijono perawatan merupakan kombinasi dari semua tindakan teknis, administratif dan manajerial selama siklus hidup suatu alat atau barang yang dimaksudkan untuk mempertahankannya atau mengembalikannya ke keadaan dimana alat/barang yang dimaksudkan dapat bekerja sesuai dengan fungsi [11]. Pemeliharaan adalah pekerjaan rutin yang berulang, yang diperlukan untuk mempertahankan peralatan dalam keadaan di mana ia dapat melakukan fungsi yang dimaksudkan. Pemeliharaan dilakukan untuk memastikan ketersediaan peralatan di industri sehingga mampu bersaing di pasar global. [12] Tujuan dilakukan perawatan adalah menjaga kehandalan suatu sistem untuk tetap dapat beroperasi [4]. *maintenance* merupakan suatu langkah untuk menjaga atau memelihara fasilitas dan atau *equipment* maupun memperbaikinya dari bagian-bagian atau komponen yang rusak sehingga tetap terjaga untuk tetap dapat digunakan dan mampu bekerja sesuai fungsinya [5].

Untuk melakukan perawatan dan menjaga mesin agar tetap berfungsi secara normal dalam sistem kerjanya, maka perlu dijaga kehandalannya. Kehandalan sistem ditentukan juga terhadap kehandalan komponen, dimana keandalan suatu komponen disebut sebagai peluang komponen bekerja dalam keadaan baik pada kondisi tertentu [6]. Agar mesin optimal pada kehandalannya, maka perlu dilakukan perawatan secara terjadwal sebagai tindakan pencegahan mesin rusak dalam waktu operasinya. Perawatan pencegahan atau *preventif maintenance* memiliki tujuan diantaranya adalah untuk menghindari dan mengurangi terjadinya *downtime* pada mesin, *equipment*, maupun fasilitas [7]. Untuk meminimalkan *downtime* dalam perawatan pencegahan dapat dilakukan dengan melakukan metode pencegahan penggantian komponen. Pencegahan penggantian komponen dapat disebut juga dengan metode *Age Replacement* yang merupakan salah satu metode perawatan *preventif* yang dilakukan dengan Langkah awal menetapkan interval waktu perawatan *preventif* berdasarkan pada rentang waktu kerusakan pada komponen yang menuntut adanya tindakan perbaikan dengan penggantian pada kriteria minimasi [8].

Sehingga dengan perawatan *preventif* tepatnya metode *age replacement* dalam penelitian ini diharapkan ESP dapat bekerja secara optimal dalam kehandalan dan availibilitasnya untuk dapat memenuhi *supply* air kebutuhan masyarakat.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data kuantitatif berdasarkan catatan kejadian masa lalu sesuai dengan distribusi data yang terjadi. Data kejadian yang ada selanjutnya dilakukan analisa yang selanjutnya dipergunakan untuk menentukan tindakan perawatan pencegahan penggantian pada komponen-komponennya.

Perawatan pencegahan atau *preventif maintenance* direncanakan dan dilakukan setelah jangka waktu tertentu atau ketika sistem tertentu telah digunakan untuk mengurangi kemungkinan kegagalannya [14]. Pemeliharaan preventif adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi rusak [15]. Kerusakan fasilitas produksi memerlukan penggantian untuk mengembalikan fungsi fasilitas yang sebenarnya. penggantian atau *Age Replacement* adalah penggantian *preventif* yang dilakukan dengan kesesuaian tergantung pada masa pakai komponen [13]. *Age Replacement* merupakan salah satu metode penggantian komponen suatu fasilitas atau *equipment* dengan cara memperhatikan umur pemakaian dari komponen sebagai dasar untuk menentukan interval waktu penggantian, sehingga kesalahan penggantian komponen fasilitas atau *equipment* diwaktu yang relatif singkat dari dari umur pemakaiannya dapat terhindari [9].

Adapun Teknik analisa data dengan metode *age replacement* dalam penelitian sebagai berikut:

1. Menentukan *part*/bagian komponen kritis;
2. Menentukan pola distribusi kerusakan;
3. Menghitung waktu antar kerusakan (Interval waktu penggantian)
4. Menentukan Interval Perawatan pencegahan Penggantian Optimum

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Menetapkan Komponen Kritis ESP

Data frekwensi kerusakan pada komponen seperti diperlihatkan pada gambar 1. Adapun untuk menentukan Langkah berikutnya

penentuan komponen kritis ESP perlu dilakukan klasifikasi dengan pareto diagram dengan konsep ABC.

Tabel 1. Klasifikasi komponen kritis

Nama komponen	Prosentase komponen	Prosentase nilai Barang	Kategori
Electric Motor	49%	94%	A
impeller	22%		
Trush and Radial Bearing	22%		
Check Valve	6%	6%	C

Berdasarkan analisa kategori kelas komponen kritis, bahwa komponen electric motor, impeller dan trush and radial bearing perlu diperhatikan dalam perawatannya. maka Langkah berikutnya adalah menentukan pola distribusi data.

**Menentukan Pola Distribusi data.**

Data interval waktu kerusakan komponen ESP yang terjadi dalam 2 Tahun terakhir ditampilkan pada table 2.

Tabel 2. Interval waktu kerusakan komponen ESP (hari)

No	Electric Motor	impeller	Trush and Radial Bearing
1	-		
2	63	30	96
3	100	39	76
4	77	111	40
5	21	54	39
6	53	99	54
7	67	59	24
8	156	50	35
9	129	33	32
10	45	36	71
11		30	21
12		39	52
13			52
14			92
15			39

Berdasarkan data interval waktu antar kerusakan table 2. Maka Pola distribusi data dapat dilakukan analisa dengan menggunakan software Minitab 19. Pada table 3.

Tabel 3. Klasifikasi pola distribusi data komponen ESP

Distribusi	Electric Motor	impeller	Trush and Radial Bearing
Weibull	1.542	1.814	1.157
LogNormal	1.540	1.645	1.119
Eksponensial	2.391	2.761	1.492
Normal	1.646	2.075	1.382

Klasifikasi pola distribusi data waktu antar kerusakan pada komponen ESP *Electric Motor*, *impeller*, dan *Trush and Radial Bearing* semua berdistribusi eksponensial.

**Menghitung Waktu Antar Kerusakan (Interval waktu penggantian)**

Setelah diketahui pola distribusi data dari *part*/bagian komponen kritis ESP, selanjutnya dilakukan analisa perhitungan waktu antar kerusakan atau *Mean Time To Failure* (MTTF). Dimana MTTF ini menerangkan nilai rata-rata interval waktu kerusakan pada *part*/bagian komponen yang terjadi setelah dilakukan perbaikan hingga mengalami kerusakan Kembali [10].

Nilai MTTF dari komponen ESP diperlihatkan pada table 4.

Tabel 4. Nilai parameter dan *Mean Time To Failure* (MTTF) dalam hari

	Electric Motor	impeller	Trush and Radial Bearing
n	9	11	14
T	711	580	723
$\lambda$	0.013	0.019	0.019
MTTF	79	53	52

Pada table 4 menunjukkan nilai bahwa waktu antar kerusakan komponen ESP pada MTTF *Electric Motor* = 79 hari, MTTF-*impeller* = 53 hari dan MTTF-*Trush and Radial Bearing* = 52 hari.

### Menentukan Interval Perawatan Pencegahan Penggantian Optimum

Diketahui dari data lapangan terhadap waktu perbaikan yang diperlukan untuk perbaikan penggantian komponen ESP. waktu perbaikan penggantian ( $T_p$ ) dan waktu perbaikan penggantian kerusakan ( $T_f$ ) komponen ESP ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. Waktu perbaikan penggantian ( $T_p$ ) dan waktu perbaikan kerusakan ( $T_f$ ) (hari)

	<i>Electric Motor</i>	<i>impeller</i>	<i>Trush and Radial Bearing</i>
<b><math>T_p</math></b>	0.2	0.2	0.0375
<b><math>T_f</math></b>	0.075	0.05	0.0375

Tahap selanjutnya setelah diketahui waktu antar kerusakan atau MTTF, waktu perbaikan penggantian dan waktu perbaikan kerusakan, maka dapat dilakukan analisa lanjut untuk menentukan nilai interval waktu optimal perawatan pencegahan dengan kehandalan tertinggi sebagaimana hasil tersaji pada tabel 6 berikut:

Tabel 6. Interval waktu perawatan pencegahan penggantian optimum

	<i>Electric Motor</i>	<i>impeller</i>	<i>Trush and Radial Bearing</i>
<b>MTTF (hari)</b>	79	53	52
<b>R(t)</b>	98.71%	98.71%	98.71%
<b>M(t) (Hari)</b>	79.0010	53.0006	52.0005

Catatan:

R(t) = kehandalan

M(t) = ekspektasi siklus kerusakan pencegahan optimum

Pada tabel 6 sebagai hasil analisa terhadap interval waktu optimal perawatan pencegahan penggantian komponen ESP. dimana dari tabel 6 diatas bahwa perawatan pencegahan penggantian masing-masing komponen ESP dengan kehandalannya diketahui interval waktu penggantian optimum

untuk *Electric Motor* 79 hari dengan kehandalan 98,71%, *Impeller* 53 hari dengan kehandalan 98,71% dan *Trush and Radial Bearing* 52 hari dengan kehandalan 98,71%.

### KESIMPULAN

Dari hasil analisa data kerusakan pada ESP diperoleh 3 komponen kritis diantaranya *Electric Motor*, *Impeller* dan *Trush and Radial Bearing*. Sesuai dengan pola data kerusakan dan dilakukan analisa dengan metode *age replacement* untuk menentukan nilai interval waktu perawatan pencegahan optimum pada penggantian *part*/bagian komponen kritis dengan kehandalannya. diketahui bahwa interval waktu penggantian komponen *Electric Motor* 79 hari, *Impeller* 53 hari dan *Trush and Radial Bearing* 52 hari dengan kehandalan masing-masing komponen *Electric Motor* 98,71%, *Impeller* 98,71% dan *Trush and Radial Bearing* 98,71%.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Harahap and . M. F. Iqbal , "Perancangan Pompa Sentrifugal Untuk Water Treatment Plant Kapasitas 0.25 M3 Industri Karawang," in Seminar Nasional Sains dan Teknologi , Jakarta, 2018.
- [2] M. Ariyon, "Pemilihan Pompa Electric Submersible Pump Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (Studi Kasus Lapangan Zaryka)," Journal of Earth Energy Engineering, vol. 3, no. 1, pp. 9-19, 2014.
- [3] P. Tarigan, E. Ginting and I. Siregar, "Perawatan Mesin Secara Preventive Maintenance Dengan Modularity Design Pada PT. RXZ," Jurnal Teknik Industri USU, vol. 3, no. 3, pp. 35-39, 2013.
- [4] Syahrudin, "Analisis Sistem Perawatan Mesin Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Sebagai Dasar Kebijakan Perawatan yang Optimal di PLTD "X"," Jurnal Teknologi Terpadu , vol. 1, no. 1, pp. 42-49, 2013.
- [5] C. Ekawati, K. and F. H. Mustofa, "Jadwal Perawatan Preventive Pada Mesin Dyeing Menggunakan Metode Age Replacement DI PT. NOBEL INDUSTRIES," Reka Integra, vol. 4, no. 2, pp. 137-148, 2016.
- [6] M. N. Utomo and F. A. Widjajati , "Menentukan Keandalan Komponen Mesin Produksi Pada Model Stress

- Strength yang Berdistribusi Gamma," *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, vol. 3, no. 2, pp. 22-27, 2014.
- [7] O. W. Tanurahardja, D. R. Sari Dewi and A. L. Maukar, "Penjadwalan Preventive Maintenance di pt. wahana," *Widya Teknik*, vol. 8, no. 1, pp. 86-96, 2009.
- [8] J. Purnama, Y. A. Putra and M. Kalamollah, "Metode Age Replacement Digunakan Untuk Menentukan Interval Waktu Perawatan Mesin Pada Armada Bus," in *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III*, Surabaya, 2015.
- [9] A. K. S. Jardine and A. H. C. Tsang, *Maintenance, Replacement, and Reliability Theory and Applications*, CRC Press, 2013.
- [10] N. . F. Fatma, H. Ponda and R. A. Kuswara, "Analisis Preventive Maintenance Dengan Metode Menghitung Mean Time Between Failure (MTBF) Dan Mean Time To Repair(MTTR) (Studi Kasus PT. Gajah Tunggal TBK)," *HEURISTIC*, vol. 17, no. 2, pp. 87-94, 2020.
- [11] Soesatijono and M. Darsinb, "Literature Studies on Maintenance Management," *Journal of Energy, Mechanical, Material, and Manufacturing Engineering*, vol. 6, no. 1, pp. 67-74, 2021.
- [12] Z. Sajaradj, L. N. Huda and S. Sinulingga, "The Application of Reliability Centered Maintenance (RCM) Methods to Design Maintenance System in Manufacturing (Journal Review)," in *International Conference on Industrial and Manufacturing Engineering*, Atlanta, GA, US, 2019.
- [13] I. Sukendar, A. Syakhroni and M. R. Prawira, "Analysis of the Age Replacement Method to Reduce Tool Downtime," *International Journal of Education, Science, Technology and Engineering*, vol. 3, no. 1, pp. 1-12, 2020.
- [14] E. . I. Basri, H. A. Samat, I. H. Abdul Razak and S. Kamaruddin, "Preventive Maintenance (PM) planning: a review," *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, vol. 23, no. 2, pp. -, 2017.
- [15] I. Fipiana and V. Lusiana, "Analysis of Preventive Maintenance and Breakdown Maintenance on Production Achievement in the Food Seasoning Industry," *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, vol. 14, no. 2, pp. 253-261, 2021.