

**PENENTUAN INTERVAL PERAWATAN MESIN POMPA AIR
MENGUNAKAN METODE *AGE REPLACEMENT* DAN
MODULARITY DESIGN DI PT XYZ**

SKRIPSI



Oleh :

HATTA MAKARIM

20032010089

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK & SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2024**

**PENENTUAN INTERVAL PERAWATAN MESIN POMPA AIR
MENGUNAKAN METODE AGE REPLACEMENT DAN MODULARITY
DESIGN DI-PT-XYZ**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Industri**



Diajukan Oleh:

**HATTA MAKARIM
NPM: 20032010089**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"**

JAWA TIMUR

SURABAYA

2024

SKRIPSI
PENENTUAN INTERVAL PERAWATAN MESIN POMPA AIR
MENGGUNAKAN METODE AGE REPLACEMENT DAN MODULARITY
DESIGN DI PT XYZ

Disusun Oleh:

HATTA MAKARIM

20032010089

Telah dipertahankan dihadapan dan diterima Tim Penguji Skripsi dan
diterima oleh Publikasi Jurnal Akreditasi Sinta 1-3
Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur Surabaya
Pada Tanggal: 26 Juli 2024

Tim Penguji:

1.

Yekti Candro W. S.T., M.Sc.

NIP. 21119920813288

Ir. Akmal Suryadi, M.T.

NIP. 196501121990031001

Pembimbing

1.

Ir. Joumil Aidil SZS., M.T.

NIP. 196203181993031001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Surabaya

Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP

NIP. 19650403 199103 2 001



KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Hatta Makarim
NPM : 20032010089
Program Studi : ~~Teknik Kimia~~ / Teknik Industri / ~~Teknologi Pangan~~ /
Teknik Lingkungan / Teknik Sipil

Telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi~~ *) ~~PRA-RENCANA (DESAIN)~~ / SKRIPSI
/ ~~TUGAS AKHIR~~ Ujian Lisan Periode III Juli, TA 2023/2024.

Dengan judul : **PENENTUAN INTERVAL PERAWATAN MESIN POMPA
AIR MENGGUNAKAN METODE *AGE REPLACEMENT*
DAM *MODULARITY DESIGN* DI PT XYZ**

Dosen yang memerintahkan revisi

1. Ir. Joumil Aidil SZS., M.T.
2. Yekti Condro W., S.T., M.Sc.
3. Ir. Akmal Suryadi, M.T.

(JAS)
(YCW)
(AS)

Surabaya, 8 Juli 2024

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

JAS

Ir. Joumil Aidil SZS., M.T.
NIP. 196203181993031001

Catatan: *) coret yang tidak perlu



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hatta Makarim
NPM : 20032010089
Program Studi : Teknik Industri
Alamat : Jl. Mojo Kidul No.9 Surabaya
No. HP : 085708349811
Alamat e-mail : hattamakarim@gmail.com

Dengan ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan skripsi saya dengan judul:

**PENENTUAN INTERVAL PERAWATAN MESIN POMPA AIR
MENGUNAKAN METODE *AGE REPLACEMENT* DAN *MODULARITY
DESIGN* DI PT XYZ**

Adalah benar penelitian saya sendiri atau bukan plagiat hasil penelitian orang lain, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan saya ajukan sebagai persyaratan kelulusan program sarjana Teknik Industri Fakultas Teknik UPN "Veteran" Jawa Timur. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 7 Juli 2024

Mengetahui,
Koorprogdi Teknik Industri

Ir. Rusindiyanto, MT
NIP. 19650225 199203 1 001

Yang Membuat Pernyataan



Hatta Makarim
NPM. 20032010089

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat, serta Hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi penelitian ini dengan judul “Penentuan Interval Perawatan Mesin Pompa Air Menggunakan Metode *Age Replacement* Dan *Modularity Design* di PT XYZ”.

Tujuan dari penyusunan Skripsi ini guna memenuhi syarat kurikulum tingkat sarjana (S1) pada program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik di Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Dalam penyusunan skripsi ini banyak hambatan yang dihadapi, namun berkat kehendak-Nya sehingga penulis berhasil menyelesaikan penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak berikut ini:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, M.M.T., IPU., selaku Rektor UPN “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Ir. Rusindiyanto, M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Industri UPN “Veteran” Jawa Timur.
4. Bapak Ir. Joumil Aidil SZS., M. T., selaku dosen pembimbing saya yang telah memotivasi, mengarahkan, serta membantu dalam menyusun laporan skripsi ini dengan baik dan benar.
5. Seluruh dosen Program Studi Teknik Industri yang pernah mengajar dan memberikan ilmunya kepada saya serta staff yang membantu proses administrasi saya untuk mencapai tugas akhir ini.

6. Bapak Doni dan seluruh staff PT XYZ yang bersedia membantu dan menyediakan serta membimbing selama penelitian.
7. Ayah, Ibuk, Mbak Karen dan Mas Apep yang selalu senantiasa mendoakan, memberi semangat, dan mendukung saya.
8. Miaw, Ucup, Semol dan Abon yang selalu memberikan semangat, support serta meluangkan waktu dan tenaga dari awal hingga akhir penyusunan tugas akhir ini.
9. Teman-teman Penghuni pojok serta mbak sulis selaku teman-teman kuliah terdekat saya yang selalu menyemangati dan berbagi informasi mengenai tugas akhir ini.
10. Semua pihak-pihak terkait lainnya yang telah banyak membantu baik itu penyusunan skripsi maupun penyelesaian laporan skripsi ini.

Surabaya, 2 Juli 2024

Penulis

DAFTAR ISI

<i>COVER</i>	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
ABSTRAK.....	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Asumsi Penelitian	4
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Pengertian Perawatan.....	7
2.2 Tujuan Perawatan	8
2.3 Fungsi Perawatan.....	9
2.4 Jenis-Jenis Perawatan	10
2.5 Keandalan (<i>Reability</i>)	13
2.6 Penjadwalan Perawatan	14
2.7 Parameter dan Fungsi Keandalan	15
2.7.1 MTTF (<i>Mean Time To Failure</i>).....	15
2.7.2 MTTR (<i>Mean Time To Repair</i>)	15
2.8 Biaya Perawatan	15
2.9 Metode <i>Age Replacement</i>	16
2.10 Metode <i>Modularity Design</i>	17
2.11 <i>Fault Tree Analysis</i>	18
2.12 Mesin Pompa Air	19

2.13	Penelitian Terdahulu	21
BAB III METODE PENELITIAN.....		25
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian	25
3.2	Identifikasi dan Definisi Operasional Variabel	25
3.3	Langkah-Langkah Pemecahan Masalah	26
3.4	Metode Pengumpulan Data.....	31
3.5	Metode Analisis Data.....	33
BAB IV ANALISIS DAN PENGOLAHAN DATA		34
4.1	Pengumpulan Data.....	34
4.1.1	Mesin dan Komponen Mesin	34
4.1.2	Data Sub Komponen Kritis Mesin Pompa Air	35
4.1.3	Data Waktu Kerusakan dan Perbaikan Komponen Mesin Pompa Air	35
4.1.4	Harga Komponen Mesin Pompa Air	37
4.1.5	Data Biaya Pada Perusahaan.....	38
4.1.6	Biaya Perawatan Pada Perusahaan	38
4.2	Pengolahan Data Menggunakan <i>Preventive Maintenance</i> Berbasis <i>Reability</i>	39
4.2.1	Uji <i>Realibility</i> Kesesuaian Distribusi Data Kerusakan	39
4.2.2	Perhitungan MTTR dan MTTF.....	40
4.2.2.1	Penentuan Jadwal <i>Preventive Maintenance</i> dengan Metode <i>Age Replacement</i>	41
4.2.3	Perhitungan Biaya <i>Downtime</i> dan Biaya Tenaga Kerja.....	45
4.2.4	Perhitungan Biaya Penggantian Komponen karena Perawatan (Cp) dan Biaya Penggantian Komponen karena Kerusakan (Cf)	47
4.2.5	Perhitungan <i>Preventive Maintenance Modularity Design</i> Berbasis Sebab Akibat.....	50
4.3	Hasil dan Pembahasan	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		58
5.1	Kesimpulan	58
5.2	Saran	59
DAFTAR PUSTAKA		60
LAMPIRAN		1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mesin Pompa Air Gould	21
Gambar 3. 1 Langkah-Langkah Pemecahan Masalah.....	27
Gambar 4. 1 Mesin Pompa Air Gould.....	34
Gambar 4. 2 <i>Fault Tree Analysis</i> Kerusakan Motor.....	50
Gambar 4. 3 <i>Fault Tree Analysis</i> Kerusakan Pompa.....	51
Gambar 4. 4 <i>Fault Tree Analysis</i> Kerusakan <i>Seal</i>	52

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Kerusakan dan Perbaikan Komponen Mesin Pompa	2
Tabel 4. 1 Komponen Mesin Pompa Air	35
Tabel 4. 2 Sub Komponen Kritis dan Fungsinya	35
Tabel 4. 3 Data Kerusakan dan Perbaikan Komponen Mesin Pompa Air Bulan Januari 2023- Desember 2023.....	35
Tabel 4. 4 Waktu Kerusakan Dan Perbaikan Komponen Motor	36
Tabel 4. 5 Waktu Kerusakan Dan Perbaikan Komponen Pompa	37
Tabel 4. 6 Waktu Kerusakan Dan Perbaikan Komponen <i>Seal</i>	37
Tabel 4. 7 Biaya Pembelian Komponen.....	37
Tabel 4. 8 Biaya Tenaga Kerja dan Harga Produk.....	38
Tabel 4. 9 Data Biaya Perawatan Pada Perusahaan	38
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Distribusi	39
Tabel 4. 11 Perhitungan MTTF dan MTTR.....	41
Tabel 4. 12 Perhitungan <i>Age Replacement</i> Komponen Motor.....	41
Tabel 4. 13 Perhitungan <i>Age Replacement</i> Komponen Pompa.....	42
Tabel 4. 14 Perhitungan <i>Age Replacement</i> Komponen <i>Seal</i>	43
Tabel 4. 15 Waktu Penggantian Pencegahan Komponen	44
Tabel 4. 16 Kerugian Masing-Masing Komponen.....	46
Tabel 4. 17 Biaya Penggantian Komponen Karena Perawatan (C_p)	48
Tabel 4. 18 Biaya Penggantian Komponen Karena Kerusakan (C_f)	49
Tabel 4. 19 Pengelompokan Komponen Berdasarkan Hubungan Sebab Akibat ...	54
Tabel 4. 20 Rekapitulasi Perhitungan TC (t_p)	54
Tabel 4. 21 Perhitungan Total Biaya per Tahun Menggunakan <i>Age Replacement</i>	55
Tabel 4. 22 Perbandingan Total Biaya pada Perusahaan dengan Total Biaya Usulan	57

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran A: Jarak Antar Waktu Kerusakan (Menit)
2. Lampiran B: Hasil Uji Distribusi Waktu *Downtime* Pada Metode *Age Replacement* Menggunakan *Software Minitab 16*
3. Lampiran C: Perhitungan *MTTR (Mean Time To Repair)* Dan *MTTF (Mean Time To Failure)* Pada Metode *Age Replacement*
4. Lampiran D: Penentuan Jadwal *Preventive Maintenance* Dengan Metode *Age Replacement*
5. Lampiran E: Perhitungan Biaya Kerugian Akibat Mesin *Downtime*
6. Lampiran F : Perhitungan Biaya Kerugian Akibat Operator Menganggur
7. Lampiran G: Biaya Penggantian Komponen Karena Perawatan (C_p) Pada Metode *Age Replacement*.
8. Lampiran H: Biaya Penggantian Komponen Karena Kerusakan (C_f) Pada Metode *Age Replacement*.
9. Lampiran I: Perhitungan Total *Cost* ($T_c(T_p)$) Per Satuan Waktu
10. Lampiran J: Perhitungan Total Biaya Perawatan Menggunakan Metode *Age Replacement*
11. Lampiran K : Tabel Distribusi Gamma

ABSTRAK

PT. XYZ merupakan salah satu unit usaha milik daerah yang bergerak dalam distribusi air bersih bagi masyarakat umum serta bertanggung jawab dalam pengelolaan, produksi dan pendistribusian air minum dalam kualitas yang baik dan aman. Salah satu mesin yang digunakan adalah mesin pompa Gould, mesin ini digunakan untuk mendistribusikan air bersih yang sudah di olah dan siap untuk disalurkan kepada konsumen. PT. XYZ menerapkan metode *breakdown maintenance* dalam proses perawatan mesinnya, yang dimana *breakdown maintenance* dilakukan ketika suatu alat atau instalasi mengalami kerusakan atau breakdown. Berdasarkan permasalahan yang ada, maka PT. XYZ memerlukan jadwal interval perawatan mesin sehingga dapat mengurangi biaya perawatan mesin. Hal ini juga dapat membuat perawatan mesin menjadi lebih cepat dan efisien tanpa menunggu mesin mengalami kerusakan terlebih dahulu. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui interval perawatan mesin pompa air Gould di PT. XYZ menggunakan metode *age replacement* dan *modularity design*. Berdasarkan hasil perhitungan biaya perawatan mesin pompa air PT. XYZ, dapat disimpulkan bahwa metode perawatan yang disarankan untuk digunakan adalah metode *age replacement*, dengan interval penggantian komponen yang optimal sebesar 25.000 menit untuk komponen motor, 25.500 menit untuk komponen pompa, dan 70.000 menit untuk komponen seal. Dengan demikian, biaya perawatan tahunan dengan menggunakan metode *age replacement* adalah Rp556.735.496,86 dengan efisiensi biaya sebesar 1,22%. Diharapkan dengan adanya penelitian ini, maka dapat menjadi masukan bagi perusahaan untuk menentukan interval perawatan mesin pompa air Gould.

Kata kunci : *Age Replacement, Modularity Design, Pompa Air.*

ABSTRACT

PT. XYZ is one of the regional -owned business units engaged in the distribution of clean water for the general public and is responsible for the management, production and distribution of drinking water in good quality and safe quality. One of the machines used is the Gould pump machine, this machine is used to distribute clean water that has been processed and is ready to be distributed to consumers. PT. XYZ applies the breakdown maintenance method in its machine maintenance process, where breakdown maintenance is carried out when a tool or installation experiences damage or breakdown. Based on the existing problems, PT. XYZ requires a machine maintenance interval schedule so that it can reduce machine maintenance costs. This can also make machine maintenance faster and more efficient without waiting for the machine to experience damage first. Therefore, this research was conducted to determine the maintenance interval for the Gould water pump machine at PT. XYZ uses the age replacement and modularity design method. Based on the calculation results of PT. water pump machine maintenance costs. XYZ, it can be concluded that the recommended maintenance method to use is the age replacement method, with an optimal component replacement interval of 25,000 minutes for motor components, 25,500 minutes for pump components, and 70,000 minutes for seal components. Thus, the annual maintenance cost using the age replacement method is IDR 556,735,496.86 with a cost efficiency of 1.22%. It is hoped that this research will provide input for companies to determine maintenance intervals for Gould water pump machines.

Keywords : *Age Replacement, Modularity Design, Water Pump*