

**ALTERNATIF SISTEM PERAWATAN POMPA  
SENTRIFUGAL MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY  
CENTERED MAINTENANCE (RCM II) DAN LIFE CYCLE  
COST (LCC) PADA PDAM XYZ***

**SKRIPSI**



**Diajukan oleh:**

**ANDITA RIZKI RAMADANI**

**NPM.18032010159**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
JAWA TIMUR  
SURABAYA  
2023**

**ALTERNATIF SISTEM PERAWATAN POMPA  
SENTRIFUGAL MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY  
CENTERED MAINTENANCE (RCM II) DAN LIFE CYCLE  
COST (LCC) PADA PDAM XYZ***

**SKRIPSI**

**Diajukan oleh:**

**ANDITA RIZKI RAMADANI**

**NPM.18032010159**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"**

**JAWA TIMUR**

**SURABAYA**

**2023**

SKRIPSI

ALTERNATIF SISTEM PERAWATAN POMPA SENTRIFUGAL,  
MENGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED  
MAINTENANCE (RCM II) DAN LIFE CYCLE COST (LCC) PADA PDAM  
XYZ


Disusun Oleh:

ANDITA RIZKI RAMADANI  
18032010159


Telah Dipertahankan Dihadapan Dan Di Terima Oleh Tim Penguji Skripsi  
Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur  
Pada Tanggal: 13 Januari 2023

Tim Penguji :

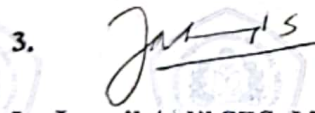
1.

  
Dr. Dira Ernawati, ST., ME.  
NP3K. 19780602 202121 2003

2.

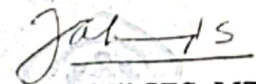
  
Ir. Rusindiyanto, MT.  
NIP. 19650225 199203 1001

3.


  
Ir. Jounil Aidil SZS, MT.  
NIP. 19620318 199303 1 001

Pembimbing

1.

  
Ir. Jounil Aidil SZS, MT.  
NIP. 19620318 199303 1 001

Mengetahui,

  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Dr. Dra. Jariyah, MP  
NIP. 19650403 199103 2 001





### KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Andita Rizki Ramadani  
NPM : 18032010159  
Program Studi \* : ~~Teknik Kimia / Teknik Industri / Teknologi Pangan /  
Teknik Sipil / Teknik Lingkungan / Teknik Mesin~~

Telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi \*~~) ~~PRA-RENCANA (DESAIN) /  
SKRIPSI / TUGAS AKHIR\*~~, Ujian Lisan Gelombang Januari, TA. 2023.

Dengan Judul: **ALTERNATIF SISTEM PERAWATAN POMPA  
SENTRIFUGAL MENGGUNAKAN METODE  
RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM II)  
DAN LIFE CYCLE COST (LCC) PADA PDAM XYZ**

Dosen yang memerintahkan revisi:

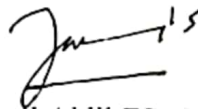
1. Dr. Dira Ernawati, ST., MT.
2. Ir. Rusindiyanto, MT
3. Ir. Joumil Aidil ZS., MT



Surabaya, 19 Januari 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Ir. Joumil Aidil ZS., MT

NIP. 196203181993031001

Catatan: \*) coret yang tidak perlu



**SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andita Rizki Ramadani  
Program Studi : Teknik Industri  
NPM : 18032010159  
Alamat e-mail : [18032010159@student.upnjatim.ac.id](mailto:18032010159@student.upnjatim.ac.id)

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

**ALTERNATIF SISTEM PERAWATAN POMPA SENTRIFUGAL  
MENGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED  
MAINTENANCE (RCM II) DAN LIFE CYCLE COST (LCC) PADA PDAM**

**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.

Mengetahui,  
Koorprogdi Teknik Industri

Dr. Dira Ernawati, ST., MT  
NP3K. 19780602 202121 2003

Surabaya, 19 Januari 2023  
Yang Membuat Pernyataan



Andita Rizki Ramadani  
NPM. 18032010159

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta karunia-Nya sehingga dalam penulisan tugas akhir ini dengan judul “Alternatif Sistem Perawatan Pompa Sentrifugal Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM II) Dan *Life Cycle Cost* (LCC) Pada PDAM XYZ” dapat terselesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun guna mengikuti syarat kurikulum pada tingkat sarjana (S1) bagi setiap mahasiswa program studi teknik industri fakultas teknik UPN “Veteran” Jawa Timur. Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis mendapat begitu banyak bimbingan, bantuan dan masukan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Dira Ernawati, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Ir. Joumil Aidil Z.S., M.T, selaku Dosen Pembimbing Skripsi Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah membimbing saya dengan sabar dan baik.
4. Kepada semua pihak yang ada pada PDAM XYZ yang telah memberi bimbingan, waktu, tempat dan pengalaman berharga ketika melakukan penelitian tugas akhir/skripsi. Khususnya kepada Pak Warno yang telah menyediakan berbagai kebutuhan dan bantuan untuk saya dalam melakukan penelitian.

5. Kepada kedua orang tua saya yang saya cintai, dan segenap keluarga ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bimbingan dan doa yang tidak pernah terputus dan juga segala bentuk bantuan material dan spiritual.
6. Kepada teman spesial saya, Hafidha Salvania yang senantiasa memberikan bantuan dan dukungan secara lahir dan batin serta menjadi pendengar yang baik ketika mengerjakan skripsi ini.
7. Kepada teman-teman “Dita Operation” dan teman-teman saat ujian lisan yang selalu menjadi kelompok belajar yang kondusif, teman cerita, dan teman bermain selama 4 tahun ini.
8. Kepada teman-teman jurusan Teknik Industri UPN “Veteran” Jawa Timur khususnya Angkatan 2018 yang telah memberikan banyak cerita, dukungan dan motivasi dalam kehidupan kuliah saya.
9. Kepada pihak-pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu yang terlibat dalam penyelesaian skripsi.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir/skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dan membantu penulis di masa yang akan datang. Semoga laporan ini dapat membawa banyak manfaat dan wawasan serta berguna bagi semua pihak yang membutuhkan.

Surabaya, 4 Maret 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>viii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Perumusan Masalah.....	4
1.3    Batasan Masalah.....	4
1.4    Asumsi Penelitian.....	5
1.5    Tujuan Penelitian.....	5
1.6    Manfaat Penelitian.....	5
1.7    Sistematika Penulisan.....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>8</b>
2.1    Perawatan .....	8
2.1.1    Pengertian Perawatan.....	8
2.1.2    Tujuan Perawatan.....	8
2.1.3    Perencanaan Fungsi Perawatan .....	9
2.1.4    Jenis-jenis Perawatan .....	10
2.2    RCM (Reliability Centered Maintenance).....	12
2.3    Langkah-Langkah RCM.....	14
2.4    Keandalan ( <i>Reliability</i> ).....	25



2.4.1	Pengertian Keandalan.....	25
2.4.2	Fungsi Keandalan.....	26
2.4.3	Konsep Keandalan .....	27
2.5	Fungsi Distribusi Kerusakan .....	30
2.6	Penentuan Distribusi <i>Time to Failure</i> (TTF) dan <i>Time to Repair</i> (TTR).....	34
2.7	Penentuan Waktu Interval Perawatan.....	35
2.8	LCC .....	36
2.9	Pompa Sentrifugal .....	40
2.10	Alat Pemecahan Masalah .....	43
2.10.1	Diagram Pareto .....	43
2.10.2	Diagram Sebab Akibat.....	45
2.11	Penelitian Terdahulu.....	47
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>49</b>
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	49
3.2	Identifikasi Variabel .....	49
3.2.1	Variabel Terikat ( <i>Dependent</i> ) .....	49
3.2.2	Variabel Bebas ( <i>Independent</i> ).....	49
3.3	Langkah-langkah Pemecahan Masalah .....	50
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>56</b>
4.1	Pengumpulan Data .....	56
4.1.1	Data mesin dan komponennya .....	56
4.1.2	Data downtime .....	56
4.1.3	Data penyebab kegagalan.....	58

4.1.4	Data biaya komponen.....	59
4.1.5	Data biaya mekanik.....	59
4.1.6	Data biaya produk .....	59
4.1.7	Data biaya energi.....	59
4.1.8	Data biaya kerugian akibat mesin <i>downtime</i> (mesin mengganggu) .....	60
4.2	Pengolahan Data.....	60
4.2.1	Biaya perawatan perusahaan .....	60
4.2.2	Penentuan komponen kritis .....	60
4.2.3	<i>Functional Block Diagram</i> (FBD) .....	62
4.2.4	Penyusunan <i>Faliure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	62
4.2.5	Penentuan distribusi kerusakan .....	65
4.2.6	Penentuan Nilai Keandalan .....	68
4.2.7	Penentuan Interval Perawatan .....	69
4.2.8	RCM II <i>Decision Worksheet</i> .....	72
4.2.9	Sustaining Cost .....	76
4.2.10	<i>Acquisition Cost</i> .....	82
4.2.11	Total biaya berdasarkan metode <i>Life Cycle Cost</i> (LCC) .....	88
4.3	Hasil dan Pembahasan .....	89
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>93</b>
5.1	Kesimpulan.....	93
5.2	Saran.....	94
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>95</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Survey <i>Breakdown</i> pada mesin pompa.....	2
Tabel 2.1 Tingkatan <i>Severity</i> .....	18
Tabel 2.2 Tingkatan <i>Occurence</i> .....	19
Tabel 2.3 Tingkatan <i>Detection</i> .....	20
Tabel 4.1 Data mesin dan komponennya.....	56
Tabel 4.2 Data downtime mesin pompa <i>sentrifugal</i> .....	56
Tabel 4.3 Data waktu antar kerusakan dan perbaikan <i>Impeller</i> .....	57
Tabel 4.4 Data waktu antar kerusakan dan perbaikan <i>Shaft</i> .....	57
Tabel 4.5 Data waktu antar kerusakan dan perbaikan <i>Bearing</i> .....	57
Tabel 4.6 Data waktu antar kerusakan dan perbaikan <i>Mechanical seal</i> .....	58
Tabel 4.7 Data <i>Downtime</i> Mesin Pompa.....	58
Tabel 4.8 Data Penyebab Kegagalan .....	58
Tabel 4.9 Data Biaya Komponen dan <i>Total Cost</i> Perusahaan .....	59
Tabel 4.10 Biaya Mekanik .....	59
Tabel 4.11 Urutan Komponen Kritis Berdasarkan Nilai <i>Downtime</i> .....	61
Tabel 4.12 <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> Pompa Sentrifugal.....	64
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Distribusi Waktu Antar Kerusakan.....	66
Tabel 4.14 Nilai MTTF ( <i>Mean Time To Failure</i> ).....	67
Tabel 4.15 Hasil Pengujian Distribusi Waktu Lamanya Perbaikan.....	67
Tabel 4.16 Nilai MTTR ( <i>Mean Time To Repair</i> ).....	68
Tabel 4.17 Nilai Keandalan sebelum perhitungan kembali .....	68
Tabel 4.18 Nilai Keandalan sesudah perhitungan kembali.....	68

Tabel 4.19 Biaya Penggantian Karena Perawatan ( <i>CM</i> ).....	70
Tabel 4.20 biaya penggantian komponen karena kerusakan ( <i>CF</i> ).....	70
Tabel 4.21 Interval Perawatan.....	71
Tabel 4.22 RCM II <i>Decision Workcsheet</i> .....	75
Tabel 4.23 <i>Annual Operating Cost</i> untuk M=3 .....	77
Tabel 4 24 <i>Annual Operating Cost</i> untuk M=7 .....	77
Tabel 4.25 <i>Annual Maintenance Cost</i> .....	78
Tabel 4.26 MTTF dan MTTR .....	79
Tabel 4.27 <i>Annual Shortage Cost</i> .....	81
Tabel 4.28 <i>Sustaining Cost</i> .....	81
Tabel 4.29 <i>Annual Purchasing Cost</i> .....	83
Tabel 4.30 <i>Salvage Value</i> .....	84
Tabel 4.31 <i>Book Value</i> .....	85
Tabel 4.32 <i>Annual Book Value</i> .....	85
Tabel 4.33 <i>Annual Equivalent Cost</i> .....	86
Tabel 4.34 <i>Annual Population Cost</i> .....	87
Tabel 4.35 <i>Acquisition Cost</i> .....	88
Tabel 4.36 Penentuan Umur Mesin, jumlah Mekanik dan Total Biaya Berdasarkan Metode <i>Life Cycle Cost</i> .....	89
Tabel 4.37 Penentuan Interval Penggantian Komponen .....	90
Tabel 4.38 Hasil Perhitungan <i>sustaning cost</i> .....	90
Tabel 4.39 Hasil Perhitungan <i>acquisition cost</i> .....	91
Tabel 4.40 Penentuan nilai LCC .....	91

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur <i>Logic Tree Analysis</i> .....	22
Gambar 2.2 <i>Road Map</i> Pemilihan Tindakan.....	24
Gambar 2.3 Model <i>life cycle cost</i> .....	37
Gambar 2.4 diagram pareto.....	45
Gambar 2.5 <i>Fishbone Diagram</i> .....	46
Gambar 3.1 Langkah-Langkah Pemecahan Masalah.....	52
Gambar 4.1 Diagram Pareto pada Mesin Pompa Sentrifugal.....	62
Gambar 4.2 <i>Functional Diagram</i> Pompa Sentrifugal .....	62



## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran A .....	100
Lampiran B.....	102
Lampiran C.....	104
Lampiran D .....	106
Lampiran E.....	107
Lampiran F.....	108
Lampiran G .....	109
Lampiran H .....	110
Lampiran I.....	113
Lampiran J.....	114
Lampiran K .....	116
Lampiran L.....	117
Lampiran M.....	118
Lampiran N .....	119
Lampiran O .....	120
Lampiran P.....	121

## ABSTRACT

**Abstract:** *The purpose of this study was to determine the pump failure factors, determine alternative pump maintenance intervals as an alternative maintenance policy, and minimize maintenance costs using the cost calculation method (LCC). In this study, observations and interviews were carried out to obtain data related to the centrifugal pump machine. From the LCC (Life Cycle Cost) calculation above, it can be seen based on table 4.40, it is found that the smallest cost value is in year  $(n) = 5$  with the number of mechanics  $(M) = 3$  with the result of calculating a total cost of Rp. 1.586.933.658. So, it can be concluded that  $TC2 < TC1$  with these results, the proposed method in this study is accepted. The maintenance interval for each centrifugal pump component is for the Impeller of 556 hours by selecting the Restoration task, Shaft of 355 hours by selecting the scheduled discard task, Bearing by 330 hours by selecting the scheduled discard task, Mechanical seal for 534 hours with the selection of the scheduled restoration task. The results of the calculation of the total cost of Rp. 1.586.933.658 as  $TC2$  with a total company cost of IDR 2,000,000,000. So, it can be concluded that  $TC2 < TC1$ .*

**Keywords:** *pump maintenance; PDAM; systems*

## ABSTRAK

**Abstrak:** Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor kegagalan pompa, menentukan alternatif interval perawatan pompa sebagai alternatif kebijakan perawatan, dan meminimumkan biaya perawatan dengan menggunakan metode perhitungan biaya (LCC). Pada penelitian ini dilakukan observasi dan wawancara untuk mendapatkan data terkait mesin pompa sentrifugal. Dari perhitungan LCC (Life Cycle Cost) di atas dapat dilihat berdasarkan tabel 4.40 didapatkan nilai biaya terkecil pada tahun  $(n) = 5$  dengan jumlah mekanik  $(M) = 3$  dengan hasil menghitung total biaya sebesar Rp. 1.586.933.658. Sehingga dapat disimpulkan bahwa  $TC2 < TC1$  dengan hasil tersebut maka metode yang diusulkan dalam penelitian ini dapat diterima. Interval perawatan untuk setiap komponen pompa sentrifugal adalah untuk Impeller 556 jam dengan memilih tugas Restorasi, Shaft 355 jam dengan memilih tugas pembuangan terjadwal, Bearing dengan 330 jam dengan memilih tugas pembuangan terjadwal, Mechanical seal selama 534 jam dengan pemilihan tugas restorasi yang dijadwalkan. Hasil perhitungan total biaya sebesar Rp. 1.586.933.658 sebagai TC2 dengan total biaya perusahaan Rp 2.000.000.000. Jadi, dapat disimpulkan bahwa  $TC2 < TC1$ .

Kata kunci: pemeliharaan pompa; PDAM; sistem