



**PREDIKSI WAKTU KERUSAKAN MESIN DISTILASI  
MENGUNAKAN *MULTIPLE LINEAR REGRESSION, RANDOM  
FOREST REGRESSION, DAN LONG SHORT-TERM MEMORY***

**SKRIPSI**

**Gamaliel Joseptian Dchio**

**1910312044**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INDUSTRI**

**2022**



**PREDIKSI WAKTU KERUSAKAN MESIN DISTILASI MENGGUNAKAN  
*MULTIPLE LINEAR REGRESSION, RANDOM FOREST REGRESSION,*  
DAN *LONG SHORT-TERM MEMORY***

**SKRIPSI**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Memperoleh  
Gelar Sarjana**

**Gamaliel Joseptian Dhio**

**1910312044**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INDUSTRI**

**2022**

## HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh:

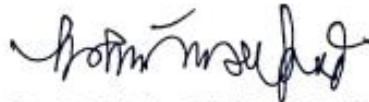
Nama : Gamaliel Joseptian Dhio

NIM : 1910312044

Program Studi : S1 Teknik Industri

Judul Skripsi: PREDIKSI WAKTU KERUSAKAN MESIN DISTILASI MENGGUNAKAN *MULTIPLE LINEAR REGRESSION, RANDOM FOREST REGRESSION, DAN LONG SHORT-TERM MEMORY*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.




**Dr. Ir. Halim Mahfud, M.Sc**

Penguji Utama



**M. Rachman Waluyo, ST, MT**

Penguji I



**Yulizar Widiatama, M.Eng**

Penguji II



**Dr. Ir. Reda Rizal, B.Sc, M.Si,**  
**IPU., ASEAN Eng.**  
Dekan



**Muhamad As'adi, MT, IPM**

Kepala Program Studi

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 6 Desember 2022

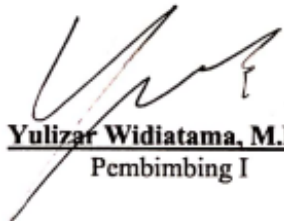
## HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

PREDIKSI WAKTU KERUSAKAN MESIN DISTILASI  
MENGUNAKAN *MULTIPLE LINEAR REGRESSION, RANDOM  
FOREST REGRESSION, DAN LONG SHORT-TERM MEMORY*

Disusun oleh:


Gamaliel Joseptian Dhio  
1910312044

Menyetujui,

  
**Yulizar Widiatama, M.Eng.**  
Pembimbing I

  
**Donny Montreano, ST, MT, IPM**  
Pembimbing II

Mengetahui,

  
**Muhamad As'adi, MT, IPM**  
Ketua Prodi S1 Teknik Industri

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Gamaliel Joseptian Dhio

NIM : 1910312044

Program Studi : S1 Teknik Industri

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku

Jakarta, 29 November 2022

Yang menyatakan,



Gamaliel Joseptian Dhio

## HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Gamaliel Joseptian Dhio  
NIM : 1910312044  
Program Studi : SI Teknik Industri

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

### **PREDIKSI WAKTU KERUSAKAN MESIN DISTILASI MENGUNAKAN *MULTIPLE LINEAR REGRESSION*, *RANDOM FOREST REGRESSION*, DAN *LONG SHORT-TERM MEMORY***

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta  
Pada Tanggal : 30 November 2022  
Yang menyatakan,



Gamaliel Joseptian Dhio

# **PREDIKSI WAKTU KERUSAKAN MESIN DISTILASI MENGGUNAKAN *MULTIPLE LINEAR REGRESSION, RANDOM FOREST REGRESSION, DAN LONG SHORT-TERM MEMORY***

**Gamaliel Joseptian Dhio**

## **Abstrak**

Laboratorium PPIC UPN Veteran Jakarta memiliki sebuah mesin distilasi yang belum pernah digunakan kembali secara rutin selama kurang lebih dua tahun lamanya, sehingga kegiatan *maintenance* mesin distilasi belum terjadwal dengan baik. Penelitian sebelumnya yang berusaha menyelesaikan permasalahan tersebut menggunakan perhitungan waktu kerusakan mesin sebagai dasar dalam melakukan penjadwalan *maintenance*. Peneliti berpendapat bahwa perhitungan waktu kerusakan pada penelitian sebelumnya dapat dikembangkan melalui penambahan jumlah data dan jumlah variabel independen yang berkemungkinan untuk mempengaruhi waktu kerusakan mesin distilasi, sehingga dapat diperoleh masukan yang lebih akurat dalam menentukan penjadwalan *maintenance* mesin distilasi. Untuk memprediksi waktu kerusakan mesin (variabel dependen) dengan beberapa variabel independen, dapat dilakukan pemodelan dengan pendekatan *machine learning* menggunakan *multiple linear regression*, *random forest regression*, dan *long-short term memory* (LSTM). Prediksi waktu kerusakan mesin distilasi dengan *multiple linear regression* menghasilkan nilai RMSE dan MAPE sebesar 6.0727 dan 11.78% tanpa terjadinya *overfitting* maupun *underfitting* pada model. Prediksi waktu kerusakan mesin distilasi dengan *random forest regression* menghasilkan nilai RMSE dan MAPE sebesar 8.9238 dan 16.27% dengan terjadinya *overfitting* pada model. Prediksi waktu kerusakan mesin distilasi dengan *long-short term memory* menghasilkan nilai RMSE dan MAPE sebesar 33.3923 dan 27.45% dengan terjadinya *underfitting* pada model.

Kata kunci: Mesin Distilasi, Waktu Kerusakan, *Machine Learning*

***PREDICTION OF DISTILLATION MACHINE FAILURE TIME USING  
MULTIPLE LINEAR REGRESSION, RANDOM FOREST REGRESSION,  
AND LONG SHORT-TERM MEMORY***

**Gamaliel Joseptian Dhio**

**Abstract**

*The PPIC Laboratory of UPN Veteran Jakarta has a distillation machine that has not been used regularly for about two years, so maintenance activities for the distillation machine have not been properly scheduled. Previous research that attempted to solve this problem used the calculation of the machine failure time as a basis for scheduling maintenance. The researcher believes that the failure time calculation in previous research can be developed by increasing the amount of data and the number of independent variables that are likely to affect the failure time of the distillation machine, so that more accurate input can be obtained in determining the distillation machine maintenance schedule. To predict the failure time of the machine (the dependent variable) with several independent variables, it can be modelled with a machine learning approach using multiple linear regression, random forest regression, and long-short term memory (LSTM). Prediction of the breakdown time of the distillation machine using multiple linear regression resulted in RMSE and MAPE values of 6.0727 and 11.78% without overfitting or underfitting in the model. Prediction of the breakdown time of the distillation machine using random forest regression resulted in RMSE and MAPE values of 8.9238 and 16.27% with overfitting occurring in the model. Prediction of distillation machine breakdown time with long-short term memory produces RMSE and MAPE values of 30.0352 and 32.40% with underfitting occurring in the model.*

*Keywords: Distillation Machine, Failure Time, Machine Learning*



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Esa, karena berkat dan anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “PREDIKSI WAKTU KERUSAKAN MESIN DISTILASI MENGGUNAKAN *MULTIPLE LINEAR REGRESSION, RANDOM FOREST REGRESSION, DAN LONG SHORT-TERM MEMORY*” dengan baik.

Skripsi ini dibuat untuk dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan akademik dalam menyelesaikan Program Studi S1 Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Dalam penelitian dan penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa banyak bantuan, bimbingan dan dukungan yang penulis terima dari beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang senantiasa menyertai dan merancang kebaikan dalam setiap langkah penulis
2. Ayah dan ibu yang selalu mendukung dan mendoakan penulis sejak kecil sampai saat ini.
3. Bapak Ir. Reda Rizal selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
4. Bapak M. As’adi, MT, IPM selaku Kepala Program Studi Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
5. Bapak Yulizar Widiatama, M. Eng. selaku dosen pembimbing I yang memberikan kesempatan dan bimbingan untuk pengerjaan skripsi ini.
6. Bapak Donny Montreano, ST, MT, IPM selaku dosen pembimbing II yang memberikan bimbingan untuk pengerjaan skripsi ini.
7. Seluruh dosen Program Studi Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta yang telah memberikan ilmu dan bantuan kepada penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
8. Farid dan Bayu, teman seperjuangan selama pembuatan skripsi ini dari awal sampai selesai.
9. Seluruh teman-teman Teknik Industri 2019 atas dukungan dan *support*-nya yang luar biasa.

10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah dengan tulus mendoakan dan mendukung penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

Dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan berterima kasih sebesar-besarnya untuk semua pihak baik yang disebutkan maupun tidak, dan penulis berharap agar penelitian ini bermanfaat dalam menambah wawasan dan inspirasi bagi setiap orang yang membacanya. Akhir kata, kiranya sukacita dan damai sejahtera yang melampaui segala akal senantiasa menjaga hati dan pikiran kita semua, Amin.

Jakarta, Desember 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Batasan Penelitian .....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
1.6 Ruang Lingkup Penelitian.....	6
1.7 Sistematika Penulisan.....	6
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1 Penelitian Terdahulu .....	7
2.2 <i>Maintenance</i> .....	12
2.2.1 Tujuan <i>Maintenance</i> .....	12
2.2.2 Jenis-Jenis <i>Maintenance</i> .....	13
2.3 Waktu Kerusakan .....	14
2.4 Mesin Distilasi .....	14
2.5 <i>Machine Learning</i> .....	16
2.5.1 Pengelompokkan <i>Machine Learning</i> .....	16

2.5.2	Alur Kinerja <i>Machine Learning</i> .....	17
2.6	<i>Deep Learning</i> .....	18
2.7	<i>Linear Regression</i> .....	19
2.7.1	<i>Simple Linear Regression</i> .....	19
2.7.2	<i>Multiple Linear Regression</i> .....	20
2.8	<i>Random Forest</i> .....	20
2.9	<i>Long-Short Term Memory (LSTM)</i> .....	22
2.10	Metrik Evaluasi .....	24
<b>BAB 3</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
3.1	Tahap Persiapan .....	26
3.1.1	Studi Lapangan.....	26
3.1.2	Studi Literatur.....	26
3.1.3	Identifikasi Masalah.....	26
3.1.4	Tujuan Penelitian.....	27
3.1.5	Batasan Penelitian .....	27
3.2	Pengumpulan Data .....	28
3.2.1	Data Primer .....	28
3.3	Data <i>Pre-processing</i> .....	28
3.3.1	Data <i>Cleaning</i> .....	28
3.3.2	<i>Feature Engineering</i> .....	28
3.3.3	Data <i>Split</i> .....	29
3.4	Pengolahan Data.....	29
3.4.1	<i>Multiple Linear Regression</i> .....	29
3.4.2	<i>Random Forest Regression</i> .....	30
3.4.3	<i>Long-Short Term Memory</i> .....	30
3.5	Evaluasi Model.....	31
3.6	Prediksi Keseluruhan Data .....	31
3.7	Kesimpulan dan Saran.....	31
3.8	<i>Flowchart</i> Penelitian .....	32
<b>BAB 4</b>	<b>PEMBAHASAN DAN HASIL PENELITIAN .....</b>	<b>33</b>
4.1	Pengumpulan Data .....	33
4.2	Data <i>Pre-processing</i> .....	35

4.2.1	<i>Data Cleaning</i> .....	35
4.2.2	<i>Feature Engineering</i> .....	38
4.2.3	<i>Data Split</i> .....	39
4.3	<i>Multiple Linear Regression</i> .....	41
4.4	<i>Random Forest Regression</i> .....	47
4.5	<i>Long-Short Term Memory</i> .....	53
4.6	Evaluasi Model.....	60
4.7	Prediksi Keseluruhan Data .....	62
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....		<b>65</b>
5.1	Kesimpulan .....	65
5.2	Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		
LAMPIRAN		

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Data Waktu Kerusakan Mesin Distilasi .....	3
<b>Tabel 2.1</b> Penelitian Terdahulu.....	7
<b>Tabel 3.1</b> Parameter LSTM .....	30
<b>Tabel 4.1</b> Data, Jenis Data, dan Deskripsi.....	33
<b>Tabel 4.2</b> Pencatatan Data pada MS. Excel.....	34
<b>Tabel 4.3</b> Contoh Akses Data dengan Pandas .....	35
<b>Tabel 4.4</b> Data Hasil <i>Encoding</i> .....	38
<b>Tabel 4.5</b> Representasi Nilai Numerik .....	39
<b>Tabel 4.6</b> Data <i>Split</i> dan Contoh Hasil Pembagian Data <i>Training</i> 80-20 .....	40
<b>Tabel 4.7</b> Contoh Hasil Pembagian Data <i>Testing</i> 80-20 .....	40
<b>Tabel 4.8</b> Data <i>Split</i> dan Contoh Hasil Pembagian Data <i>Training</i> 90-10 .....	41
<b>Tabel 4.9</b> Contoh Hasil Pembagian Data <i>Testing</i> 90-10 .....	41
<b>Tabel 4.10</b> Contoh Hasil Prediksi Data <i>Training</i> MLR .....	42
<b>Tabel 4.11</b> Contoh Hasil Prediksi Data <i>Testing</i> MLR.....	43
<b>Tabel 4.12</b> Perbandingan Nilai Error Prediksi MLR.....	44
<b>Tabel 4.13</b> Contoh Hasil Prediksi Data <i>Training</i> RFR .....	48
<b>Tabel 4.14</b> Contoh Hasil Prediksi Data <i>Testing</i> RFR.....	49
<b>Tabel 4.15</b> Perbandingan Nilai Error Prediksi RFR.....	50
<b>Tabel 4.16</b> Contoh Hasil Prediksi Data <i>Training</i> LSTM .....	56
<b>Tabel 4.17</b> Contoh Hasil Prediksi Data <i>Testing</i> LSTM.....	56
<b>Tabel 4.18</b> Perbandingan Nilai Error Prediksi LSTM.....	57
<b>Tabel 4.19</b> Rekap Nilai Error Prediksi .....	61
<b>Tabel 4.20</b> Contoh Hasil Prediksi Keseluruhan Data.....	63

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> <i>Boiler</i> .....	15
<b>Gambar 2.2</b> Tabung Distilator .....	15
<b>Gambar 2.3</b> Kondensor .....	15
<b>Gambar 2.4</b> Alur kerja Algoritma <i>Random Forest Regression</i> .....	21
<b>Gambar 2.5</b> Ilustrasi Unit RNN .....	23
<b>Gambar 2.6</b> Ilustrasi Unit LSTM.....	23
<b>Gambar 2.7</b> Rumus RMSE .....	25
<b>Gambar 2.8</b> Rumus MAPE.....	25
<b>Gambar 3.1</b> <i>Flowchart</i> Penelitian.....	32
<b>Gambar 4.1</b> Kebocoran Gas .....	34
<b>Gambar 4.2</b> Informasi Nilai Kosong pada Data .....	36
<b>Gambar 4.3</b> Informasi Nilai Kosong Setelah Pembersihan.....	37
<b>Gambar 4.4</b> Informasi Nilai Duplikat pada Data.....	37
<b>Gambar 4.5</b> <i>Intercept</i> dan <i>Coefficient</i> Model <i>Multiple Linear Regression</i> .....	42
<b>Gambar 4.6</b> Contoh Perhitungan RMSE Data <i>Training</i> MLR.....	43
<b>Gambar 4.7</b> Contoh Perhitungan MAPE Data <i>Training</i> MLR.....	43
<b>Gambar 4.8</b> <i>Scatter Plot</i> Prediksi Data <i>Training</i> Persentase 80-20 MLR (n = 123) .....	44
<b>Gambar 4.9</b> <i>Scatter Plot</i> Prediksi Data <i>Testing</i> Persentase 80-20 MLR (n = 31)	44
<b>Gambar 4.10</b> <i>Scatter Plot</i> Prediksi Data <i>Training</i> Persentase 90-10 MLR (n = 138) .....	45
<b>Gambar 4.11</b> <i>Scatter Plot</i> Prediksi Data <i>Testing</i> Persentase 90-10 MLR (n = 16) .....	45
<b>Gambar 4.12</b> Contoh Visualisasi Salah Satu <i>Decision Tree</i> Dalam <i>Random Forest Regression</i> .....	47
<b>Gambar 4.13</b> Contoh Perhitungan RMSE Data <i>Training</i> RFR .....	49
<b>Gambar 4.14</b> Contoh Perhitungan MAPE Data <i>Training</i> RFR .....	49
<b>Gambar 4.15</b> <i>Scatter Plot</i> Prediksi Data <i>Training</i> Persentase 80-20 RFR (n = 123) .....	50

<b>Gambar 4.16</b> <i>Scatter Plot</i> Prediksi Data <i>Testing</i> Persentase 80-20 RFR (n = 31) .....	50
<b>Gambar 4.17</b> <i>Scatter Plot</i> Prediksi Data <i>Training</i> Persentase 90-10 RFR (n = 138) .....	51
<b>Gambar 4.18</b> <i>Scatter Plot</i> Prediksi Data <i>Testing</i> Persentase 90-10 RFR (n = 16) .....	51
<b>Gambar 4.19</b> <i>Summary Model LSTM</i> .....	54
<b>Gambar 4.20</b> Pembelajaran Berulang (Epoch) <i>Batch Size</i> = 1 .....	55
<b>Gambar 4.21</b> Pembelajaran Berulang (Epoch) <i>Batch Size</i> = 2 .....	55
<b>Gambar 4.22</b> Contoh Perhitungan RMSE Data <i>Training LSTM</i> .....	57
<b>Gambar 4.23</b> Contoh Perhitungan MAPE Data <i>Training LSTM</i> .....	57
<b>Gambar 4.24</b> <i>Scatter Plot</i> Prediksi Data <i>Training</i> Persentase 80-20 LSTM (n = 122) .....	57
<b>Gambar 4.25</b> <i>Scatter Plot</i> Prediksi Data <i>Testing</i> Persentase 80-20 LSTM (n = 31) .....	58
<b>Gambar 4.26</b> <i>Scatter Plot</i> Prediksi Data <i>Training</i> Persentase 90-10 LSTM (n = 137) .....	58
<b>Gambar 4.27</b> <i>Scatter Plot</i> Prediksi Data <i>Testing</i> Persentase 90-10 LSTM (n = 16) .....	59



## DAFTAR LAMPIRAN

**Lampiran 1.** Data Observasi

**Lampiran 2.** Coding

**Lampiran 3.** Visualisasi *Decision Tree* Kelima dari Metode *Random Forest Regression*

**Lampiran 4.** Hasil Prediksi Keseluruhan Data