

**APLIKASI *MACHINE LEARNING* UNTUK *FORECASTING*
NILAI *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)*
PADA INDUSTRI MANUFAKTUR**

SKRIPSI



Oleh :

AUFATUS SYAKIRA MARDHATILLAH

19030091/2019

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2023

**APLIKASI *MACHINE LEARNING* UNTUK *FORECASTING*
NILAI *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)*
PADA INDUSTRI MANUFAKTUR**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar
Sarjana Sains*



Oleh :

AUFATUS SYAKIRA MARDHATILLAH

NIM. 19030091/2019

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2023

PERSETUJUAN SKRIPSI

***APLIKASI MACHINE LEARNING UNTUK FORECASTING NILAI
OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) PADA
INDUSTRI MANUFAKTUR***

Nama : Aufatus Syakira Mardhatillah
NIM : 19030091
Program Studi : Matematika
Departemen : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 12 April 2023

Disetujui oleh,

Pembimbing



Dina Agustina, S. Pd, M. Sc

NIP. 199208312020122015

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Aufatus Syakira Mardhatillah
NIM : 19030091
Program Studi : Matematika
Departemen : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam


***APLIKASI MACHINE LEARNING UNTUK FORECASTING NILAI
OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) PADA INDUSTRI
MANUFAKTUR***

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 12 April 2023

Tim Penguji

Nama
Ketua : Dina Agustina, S. Pd, M. Sc
Anggota : Dra. Helma, M.Si
Anggota : Drs. Yusmet Rizal, M. Si

Tanda Tangan


SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aufatus Syakira Mardhatillah
NIM : 19030091
Program Studi : Matematika
Departemen : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan, bahwa skripsi saya dengan judul "**Aplikasi *Machine Learning* Untuk *Forecasting* Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Pada Industri Manufaktur**" adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam tradisi keilmuan. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 12 April 2023

Diketahui oleh,
Ketua Departemen Matematika,



Defri Ahmad, S.Pd, M.Si
NIP. 198809092014041002

Saya yang menyatakan,




Aufatus syakira Mardhatillah
NIM. 19030091

Aplikasi *Machine Learning* untuk *Forecasting* Nilai *Overall Equipment Effectiveness* pada Industri Manufaktur

Aufatus Syakira Mardhatillah

ABSTRAK

Produktivitas manufaktur ditentukan oleh kinerja mesin. Permasalahan yang terjadi pada mesin produksi adalah terjadinya *downtime* sehingga mesin tidak bekerja secara optimal. Salah satu indikator kinerja mesin yaitu *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). *Forecasting* terhadap nilai OEE diperlukan agar manufaktur bisa melakukan tindakan sehingga bisa menjaga kinerja mesin. Tujuan penelitian ini untuk melihat hasil *forecasting* nilai OEE dengan memanfaatkan aplikasi *machine learning* menggunakan model ARIMA dan melihat nilai evaluasi model dengan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

Penelitian ini merupakan penelitian terapan dan jenis data yang digunakan yaitu data sekunder manufaktur makanan di Indonesia selama periode Desember 2020 sampai dengan Desember 2021. Langkah analisis data yang dilakukan yaitu melakukan *pre-processing* data, melakukan *exploratory data analysis* (EDA), melakukan uji stasioner, identifikasi model, estimasi parameter, pemilihan model terbaik, dan peramalan.

Hasil penelitian dengan menggunakan 80% data *training* dan 20% data *testing* diperoleh model ARIMA pada *shift* 1 dan *shift* 2 dengan model $X_t = 80,19 + 0,95X_{t-1} + e_t - 0,83e_{t-1}$ dan $X_t = 76,82 + 0,98X_{t-1} + e_t - 0,90e_{t-1}$. Hasil perbandingan antara nilai aktual dengan nilai prediksi menghasilkan MAPE sebesar 11% pada *shift* 1 dan 20% pada *shift* 2. Hal ini berarti, hasil akurasi memiliki model peramalan yang baik. Model ARIMA tersebut dapat digunakan untuk *forecasting* nilai OEE di masa yang akan datang sehingga kinerja mesin dari manufaktur makanan di Indonesia tersebut dapat bekerja secara efektif dan optimal.

Kata Kunci: Industri Manufaktur, OEE, *Machine Learning*, Regresi, *Mean Absolute Percentage Error*.

Machine Learning Application for Forecasting the Value of Overall Equipment Effectiveness in the Manufacturing Industry

Aufatus Syakira Mardhatillah

ABSTRACT

Manufacturing productivity is determined by machine performance. The problem that occurs in production machines is the occurrence of downtime so that the machine does not work optimally. One of the engine performance indicators is Overall Equipment Effectiveness (OEE). Forecasting of the OEE value is needed so that manufactures can take action so they can maintain engine performance. The purpose of this study is to see the results of forecasting the OEE value using machine learning applications using the ARIMA model and to see the evaluation value of the model with Mean Absolute Percentage Error (MAPE).

This research is applied research and the type of data used is secondary data on food manufacturing in Indonesia during the period December 2020 to December 2021. The data analysis steps carried out were pre-processing the data, conducting exploratory data analysis (EDA), carrying out a stationary test, model identification, parameter estimation, best model selection, and forecasting.

The results of the study using 80% training data and 20% testing data obtained the ARIMA model in shift 1 and shift 2 with the $X_t = 80,19 + 0,95X_{t-1} + e_t - 0,83e_{t-1}$ and $X_t = 76,82 + 0,98X_{t-1} + e_t - 0,90e_{t-1}$. The results of the comparison between the actual value and the predicted value produce a MAPE of 11% in shift 1 and 20% in shift 2. This means that the accuracy results have a good forecasting model. The ARIMA model can be used for forecasting the value of OEE in the future so that machine performance from food manufacturers in Indonesia can work effectively and optimally.

Keyword: Manufacturing Industry, OEE, Machine Learning, Regresi Linear, Mean Absolute Percentage Error.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Rasa syukur yang mendalam saya ucapkan karena telah diselesaikannya skripsi ini dan saya persembahkan untuk:

1. Mama ku tercinta Yuliwarti Karto dan Papa ku Mulyadi Mader atas doa, motivasi, semangat, cinta dan kasih sayang, serta pengorbanan yang telah dilakukan sehingga saya bisa mencapai tahap ini, sehingga saya bisa menyelesaikan studi S1 saya dengan terselesaikannya skripsi ini.
2. Abang saya Muhammad Naufal al Farisi, Muhammad Ismail al Faruqi, dan Muhammad Syauqi al Ghifari terimakasih atas doa, motivasi, dan bantuan yang diberikan selama aku diperkuliahan sampai bisa menyelesaikan skripsi ini.
3. Adik saya Muhammad Raihan al Turabi terimakasih atas doa dan dukungan yang diberikan selama aku diperkuliahan sampai bisa menyelesaikan skripsi ini.
4. Diri saya sendiri Aufatus Syakira Mardhatillah semoga tidak hanya puas dengan menyelesaikan skripsi ini dan meraih gelar S. Si. Tetap semangat untuk menuju langkah selanjutnya!
5. Seluruh keluarga besar terimakasih telah memberikan dukungan.
6. Semua teman-teman terimakasih telah membantu selama proses pengerjaan skripsi ini, teman-teman yang telah menemani dan memberi bantuan selama proses pengerjaan skripsi ini.

KATA PENGANTAR



Puji beserta syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “Aplikasi *Machine Learning* untuk *forecasting* Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada Industri Manufaktur”. Shalawat dan salam tak lupa penulis kirimkan untuk arwah junjungan umat islam yakni Nabi Besar Muhammad SAW yang telah membawa umatnya dari alam kegelapan ke alam yang penuh berilmu pengetahuan.

Penulisan skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) di Program Studi Matematika Departemen Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Negeri Padang (UNP). Selama proses penulisan skripsi ini penulis banyak mendapat bimbingan, bantuan, dorongan dan semangat dari berbagai pihak, maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

7. Ibu Dina Agustina, S.Pd, M.Sc sebagai Dosen Pembimbing Skripsi.
8. Bapak Drs. Yusmet rizal, M. Si sebagai Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Penguji.
9. Ibu Dra. Hj. Helma, M.Si sebagai Dosen Penguji.
10. Bapak Defri Ahmad, S. Pd, M. Si sebagai Ketua Program Studi Matematika dan Ketua Departemen Matematika FMIPA UNP.
11. Staf Administrasi dan Pustaka Departemen Matematika FMIPA UNP.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dengan segala kekurangannya. Untuk itu penulis mengharapkan adanya kritikan dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa dan pembaca sekaligus menambah pengetahuan kita. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Padang, 22 Januari 2022

Aufatus Syakira Mardhatillah

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
A. Rumusan Masalah	3
B. Batasan Masalah.....	3
C. Pertanyaan Penelitian	3
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 KAJIAN TEORI	5
A. Industri Manufaktur.....	5
B. <i>Total Productive Maintenance (TPM)</i>	6

C.	<i>Six Big Losses</i>	6
1.	<i>Downtime Losses</i>	7
2.	<i>Speed Losses</i>	7
3.	<i>Quality Losses</i>	8
D.	<i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	9
1.	<i>Availability</i>	11
2.	<i>Performance</i>	11
3.	<i>Quality</i>	12
E.	Matriks	12
F.	Peubah acak	15
G.	Distribusi Peluang	16
H.	Metode Deret Waktu	17
I.	Kestasioneran Data Deret Waktu	20
J.	Estimasi Parameter Dalam Model	22
K.	Pemilihan Model Terbaik	22
L.	<i>Machine Learning</i>	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		25
A.	Jenis Penelitian	25
B.	Jenis Dan Sumber Data	25
C.	Teknik Analisis Data	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		27

A. Hasil dan Pembahasan.....	27
BAB V PENUTUP.....	38
A. Kesimpulan.....	38
B. Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kelompok Komoditas Industri Manufaktur	5
Tabel 2. Sifat-sifat ACF/PACF dari Model ARMA	21
Tabel 3. Skala Penilaian Akurasi MAPE	23
Tabel 4. Dataset Bersih	27
Tabel 5. Nilai Uji ADF.....	29
Tabel 6. Uji t pada <i>Shift</i> 1.....	32
Tabel 7. Uji t pada <i>Shift</i> 2.....	33
Tabel 8. Uji t pada <i>Shift</i> 3.....	33
Tabel 9. Nilai MAPE dan AIC pada <i>Shift</i> 1	34
Tabel 10. Nilai MAPE dan AIC pada <i>Shift</i> 2	34
Tabel 11. Nilai MAPE dan AIC pada <i>Shift</i> 3	35
Tabel 12. Nilai Akurasi Untuk Prediksi Nilai OEE	36
Tabel 13. Nilai Prediksi pada <i>Shift</i> 1.....	37
Tabel 14. Nilai Prediksi pada <i>Shift</i> 2.....	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kurva Normal.....	17
Gambar 2. Plot Data Per- <i>shift</i>	28
Gambar 3. Plot ACF dan PACF <i>Shift</i> 1	29
Gambar 4. Plot ACF dan PACF <i>Shift</i> 2	30
Gambar 5. Plot Data <i>Shift</i> 3 Setelah <i>Differencing</i> 1	31
Gambar 6. Plot ACF dan PACF <i>Shift</i> 3 Setelah <i>differencing</i> 1	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dataset nilai OEE pada <i>shift</i> 1.....	43
Lampiran 2. Dataset nilai OEE pada <i>shift</i> 2.....	44
Lampiran 3. Dataset nilai OEE pada <i>shift</i> 3.....	45
Lampiran 4. <i>Codingan</i> pada Python.....	46
Lampiran 5. Hasil uji stasioner	51
Lampiran 6. Hasil estimasi parameter dalam model.....	51
Lampiran 7. Hasil nilai MAPE	53

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Industri manufaktur mempunyai peranan penting dalam perekonomian masyarakat di Indonesia. Kartasapoetra mengatakan bahwa industri manufaktur merupakan sekelompok perusahaan yang mengolah barang mentah menjadi barang setengah jadi atau barang setengah jadi menjadi barang jadi menggunakan peralatan, mesin produksi, dan sebagainya dalam skala produksi yang sangat besar (Mardianto, 2016: 10). Sehingga mampu menghasilkan produk yang dibutuhkan oleh pasar dan dapat diperdagangkan. Produktivitas manufaktur ditentukan oleh kinerja mesin. Menurut Nakajima (1988), peningkatan hasil produksi pada industri manufaktur dapat dilihat dari segi mesin.

Efektivitas mesin mempengaruhi hasil produksi manufaktur. Dalam proses produksi, permasalahan yang terjadi adalah terjadinya *downtime* sehingga mesin tidak bekerja secara optimal yang mengakibatkan proses produksi terganggu. Jika mesin tidak bekerja secara optimal maka target dan hasil tidak sesuai dengan yang diinginkan oleh perusahaan. Selain itu, perusahaan dapat mengalami kerugian karena biaya produksinya tinggi sedangkan yang dihasilkan sedikit. Dengan adanya permasalahan ini, perusahaan berusaha mencari solusi untuk mengatasi *downtime* agar mesin bekerja secara optimal. Supaya mesin berkerja secara optimal, perlu dilihat keefektifan kinerja dari suatu mesin berdasarkan *Key Performance Indicator* (KPI) perusahaan.

Menurut Badawy et al (2016), KPI merupakan serangkaian indikator kunci dari implementasi strategi bisnis yang bersifat terukur dan dianggap sebagai kunci untuk menentukan keberhasilan sebuah perusahaan. Salah satu indikator keberhasilan rantai produksi manufaktur berdasarkan KPI, yaitu *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Nakajima (1984) mengatakan bahwa OEE merupakan ukuran menyeluruh yang mengidentifikasi tingkat produktivitas mesin. Pengukuran ini sangat penting untuk mengetahui daerah mana yang perlu ditingkatkan produktivitasnya (Rahmadhani et al., 2014: 158). OEE merupakan pengukuran efektivitas dengan menghitung *availability*, *performance*, dan *quality* yang dihasilkan. OEE juga merupakan pengukuran kinerja suatu mesin produksi dalam penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM). TPM adalah sebuah strategi pemeliharaan mesin pada proses produksi.

Salah satu upaya yang bisa dilakukan perusahaan untuk mengamati kinerja mesin adalah dengan melakukan *forecasting* terhadap nilai OEE. Dengan adanya revolusi 4.0 dan pemanfaatan Big Data, perusahaan dapat memanfaatkan aplikasi *machine learning* untuk peningkatan produktivitas mesin menggunakan model ARIMA. *Machine learning* merupakan cabang dari ilmu kecerdasan buatan, khususnya yang mempelajari tentang bagaimana komputer mampu belajar dari data untuk mengetahui karakteristik dari data. Menurut Goldberg & Holland (1988), *machine learning* didefinisikan sebagai aplikasi komputer dan algoritma matematika yang mampu belajar dari data dan menghasilkan prediksi di masa yang akan datang. Jadi, dapat diketahui bahwa kelebihan dari *machine learning*, yaitu algoritma atau program komputer memiliki kemampuan belajar

secara otomatis berdasarkan data yang ada untuk mengetahui karakteristik dari data.

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas, maka dilakukan penelitian mengenai *forecasting* nilai OEE pada industri manufaktur. Dataset penelitian diperoleh dari manufaktur makanan di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini diberi judul “**Aplikasi *Machine Learning* Untuk *Forecasting* Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Pada Industri Manufaktur**”.

A. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimana hasil *forecasting* nilai OEE dengan *machine learning* menggunakan model ARIMA?”

B. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah

1. Penelitian ini berfokus pada *forecasting* nilai OEE dengan *machine learning* menggunakan model ARIMA.
2. Data yang digunakan untuk melakukan *forecasting* OEE adalah data manufaktur makanan di Indonesia selama periode Desember 2020 sampai dengan Desember 2021.

C. Pertanyaan Penelitian

Untuk membuat penelitian ini lebih fokus dan terarah, maka disusun pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil *forecasting* nilai OEE dengan *machine learning* menggunakan model ARIMA?

2. Bagaimana nilai evaluasi model regresi dengan menggunakan MAPE?

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah

1. Untuk melihat hasil *forecasting* nilai OEE dengan *machine learning* menggunakan model ARIMA.
2. Untuk melihat nilai evaluasi model regresi dengan menggunakan MAPE.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini antara lain:

1. Bagi penulis, dapat menambah wawasan mengenai aplikasi *machine learning* untuk *forecasting* nilai OEE pada industri manufaktur.
2. Gambaran yang diberikan diharapkan dapat menjadi referensi bagi pihak-pihak terkait dalam *forecasting* nilai OEE untuk melihat kinerja mesin pada industri manufaktur di masa yang akan datang.
3. Peneliti selanjutnya, sebagai bahan masukan bagi peneliti selanjutnya dalam mengembangkan dan memperluas cakupan penelitian.