

**IMPLEMENTASI BAYESIAN *NETWORK* UNTUK SISTEM PINTAR  
DIAGNOSIS EMISI KENDARAAN MOBIL TOYOTA BENSIN**



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA 2021

LAPORAN TUGAS AKHIR

IMPLEMENTASI BAYESIAN *NETWORK* UNTUK SISTEM PINTAR  
DIAGNOSIS EMISI KENDARAAN MOBIL TOYOTA BENSIN



Disusun Oleh:

Nama	: Yudha Aji Pramono
NIM	: 4131911062
Program Studi	: Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (SI)  
JUNI 2021

## HALAMAN PENGESAHAN

### IMPLEMENTASI BAYESIAN *NETWORK* UNTUK SISTEM PINTAR DIAGNOSIS EMISI KENDARAAN MOBIL TOYOTA BENSIN

Disusun Oleh:

Nama : Yudha Aji Pramono  
NIM : 4131911062  
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing pada tanggal: 05 Juli 2021

Telah dipertahankan di depan penguji,

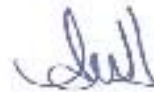
Pembimbing TA



(Dedik Romahadi, ST., M.Sc.)

NIP. 116910542

Penguji Sidang I



(Dafit Feriyanto, M.Eng, Ph.D)

NIP. 118900633

Penguji Sidang II



(Nurato, ST., MT)

NIP. 197580211

Penguji Sidang III



(R. Ariosuko Dh., MT)

NIP. 196660199

  
Kaprodi Teknik Mesin  
(Muhammad Fitri, ST., M.Si., Ph.D)  
NIP. 118690617

Mengetahui,

Koordinator TA



(Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng.)

NIP. 216910097

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yudha Aji Pramono  
NIM : 41319110062  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Tugas Akhir : Implementasi Bayesian *Network* Untuk Sistem Pintar  
Diagnosis Emisi Kendaraan Mobil Toyota Bensin

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan.

Jakarta, 05 Juli 2021



Yudha Aji Pramono

## PENGHARGAAN

Dengan selalu memuji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus, karena berkat rahmat, kasih dan izinnyalah penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan mempersembahkan judul “*Implementasi Bayesian Network Untuk Sistem Pintar Diagnosis Uji Emisi Kendaraan Mobil Toyota Bensin*”. Laporan yang jauh dari kata sempurna tersebut diselesaikan penulis dengan semangat juang yang tinggi tanpa halangan apa pun.

Laporan Tugas Akhir ini penulis selesaikan dengan mendapat banyak bantuan serta dukungan baik moral atau materi, bimbingan serta arahan dari semua pihak, oleh karena itu dengan sepenuh ketulusan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ngadino Surip, MS selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Ir. Mawardi Amin, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Muhamad Fitri, ST., M.Si., P.hD selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
4. Alief Avicenna Luthfie, ST., M.Eng selaku koordinator Tugas Akhir Teknik mesin Universitas Mercu Buana
5. Dedik Romahadi, ST., M.Sc. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
6. Keluarga dan sahabat, yang selalu memberikan doa dan dukungan terhadap penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman Teknik mesin Universitas Mercu Buana yang selalu memberikan pengalaman dan masukan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.

Melalui lembar penghargaan ini saya menyampaikan permohonan maaf atas segala kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi seluruh pihak yang membaca.

Penulis



Yudha Aji Pramono

## ABSTRAK

Uji emisi gas buang kendaraan merupakan suatu kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui kandungan HC, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO, dan Lambda dari sisa hasil pembakaran yang terjadi pada bahan bakar yang ada di dalam mesin kendaraan. Banyak dari masyarakat tidak mengerti atau memahami tentang data-data atau kandungan gas buang dari uji emisi, maka untuk mempermudah hal tersebut dibuatlah suatu sistem pintar diagnosis dengan permodelan Bayesian *Network* (BN). BN merupakan suatu metode pemodelan data berbasis probabilitas yang merepresentasikan suatu himpunan variabel dan ketergantungan bersyaratnya melalui suatu DAG (*Directed Acyclic Graph*) dan diselaraskan pada *software Microsoft Bayesian Network* (MSBNx). MSBNx merupakan suatu *software* yang digunakan untuk membuat model jaringan sebagaimana untuk mendiagnosis perlakuan pada saat uji emisi gas buang dilaksanakan, serta mengetahui dampak kandungan udara pada uji emisi. Saat permodelan jaringan BN telah selesai maka akan diselaraskan dengan *software* MATLAB sebagaimana digunakan untuk menganalisis lebih rinci dari perlakuan uji emisi yang telah dilakukan. Rancangan sistem pintar menggunakan metode Bayesian *Networks*, sebagaimana dibuat aplikasi untuk mendiagnosis hasil dari uji emisi yaitu kandungan udara CO, HC CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, dan Lambda, kandungan tersebut penting untuk menentukan keadaan emisi yang baik dan buruk pada berbagai komponen-komponen mesin kendaraan Toyota bensin dalam melakukan perawatan. Hasil yang didapatkan dari uji emisi pada kandungan udara CO sebesar 0.00%, kemudian HC sebesar 21 ppm, kemudian CO<sub>2</sub> sebesar 15.0%, kemudian O<sub>2</sub> sebesar 1.27%, dan terakhir lambda 1.011 maka setelah dianalisis dengan menggunakan manual dan sistem mendapatkan hasil bahwa keadaan emisi baik dengan persentase baik sebesar 79.8% dan persentase buruk 21.2%, hasil analisis data yang didapatkan tersebut sangat akurat sebagaimana masyarakat dapat mengetahui dan memahami kondisi berbagai komponen mesin untuk melakukan perawatan.

**Kata Kunci:** Uji Emisi, Bayesian *Network*, MATLAB

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## **BAYESIAN NETWORK IMPLEMENTATION FOR SMART SYSTEMS TOYOTA GASOLINE CAR EMISSION DIAGNOSIS**

### **ABSTRACT**

*Vehicle exhaust emission test is an activity carried out to determine the content of HC, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO, and Lambda from the remaining combustion products that occur in the fuel in the vehicle engine. Many people don't understand or understand about data or exhaust gas content from emission tests, so to make this easier, a smart diagnosis system is made with Bayesian Network (BN) modeling. BN is a probability-based data modeling method that represents a set of variables and their conditional dependencies through a DAG (Directed Acyclic Graph) and aligned to Microsoft Bayesian Network (MSBNx) software. MSBNx is a software that is used to create a network model as well as to diagnose treatment at the time the exhaust emission test is carried out, and to determine the impact of air content on the emission test. When the BN network modeling has been completed, it will be aligned with MATLAB software as it is used to analyze in more detail the emission test treatment that has been carried out. The smart system design uses the Bayesian Networks method, as an application is made to diagnose the results of the emission test, namely the air content of CO, HC CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, and Lambda, these contents are important to determine the state of good and bad emissions in various components of Toyota gasoline engines in doing care. The results obtained from the emission test on the air content of CO of 0.00%, then HC of 21 ppm, then CO<sub>2</sub> of 15.0%, then O<sub>2</sub> of 1.27%, and finally lambda 1.011 then after being analyzed using manual and the system the results are that the emission state is good. with a good percentage of 79.8% and a bad percentage of 21.2%, the results of the analysis of the data obtained are very accurate as the public can know and understand the condition of various engine components for maintenance.*

**Keywords:** *Emission Test, Bayesian Network, MATLAB*

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	<b>iv</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>vi</b>
<b><i>ABSTRACT</i></b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR SIMBOL</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1.    LATAR BELAKANG	1
1.2.    RUMUSAN MASALAH	3
1.3.    TUJUAN	3
1.4.    RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.5.    SISTEMATIKA PENULISAN	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>6</b>
2.1.    UJI EMISI	6
2.2.    BAHAN BAKAR	7
2.2.1. Bensin	8
2.2.2. Minyak Tanah	8
2.2.3. Minyak Solar	9
2.2.4. Minyak Diesel	9
2.2.5. Minyak Bakar	9
2.3.    BAYESIAN NETWORK	10



2.3.1. Struktur Bayesian <i>Network</i>	12
2.3.2. Probabilitas Bersyarat ( <i>Conditional Probability</i> )	13
2.4. MATLAB	14
<b>BAB III METODOLOGI</b>	<b>16</b>
3.1. DIAGRAM ALIR	16
3.1.1. Diagram Alir Penelitian	16
3.1.2. Diagram Alir Pembuatan Model Bayesian <i>Network</i>	18
3.2. ALAT DAN BAHAN	19
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>23</b>
4.1. MODEL JARINGAN UJI EMISI	23
4.2. <i>PRIOR PROBABILITY</i> UNTUK JARINGAN UJI EMISI	24
4.2.1. Parameter Hidrokarbon (HC)	24
4.2.2. Parameter Karbon Dioksida (CO <sub>2</sub> )	25
4.2.3. Parameter Oksigen (O <sub>2</sub> )	27
4.2.4. Parameter Karbon Monoksida (CO)	28
4.2.5. Parameter Lambda	29
4.2.6. Parameter Emisi	30
4.3. GRAFIK <i>PRIOR PROBABILITY</i> UJI EMISI	32
4.4. PERBANDINGAN HASIL DIAGNOSIS UJI EMISI	35
4.5. APLIKASI SISTEM PINTAR UJI EMISI	36
<b>BAB V PENUTUP</b>	<b>37</b>
5.1. KESIMPULAN	37
5.2. SARAN	37
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>39</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>40</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Uji Emisi	6
Gambar 2.2. Contoh Struktur Sederhana <i>Microsoft Bayesian Network</i>	12
Gambar 2.3. Jaringan Bayesian untuk masalah kanker	13
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	16
Gambar 3.2. Diagram Alir Pembuatan Model Bayesian <i>Network</i>	18
Gambar 3.3. <i>Microsoft Belief Network</i>	22
Gambar 3.4. MATLAB	22
Gambar 4.1. Model Jaringan Uji Emisi Kendaraan	23
Gambar 4.2. Grafik Probabilitas Emisi Baik	33
Gambar 4.3. Grafik Probabilitas Emisi Buruk	34
Gambar 4.4. Aplikasi Sistem Pintar Uji Emisi	36



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Referensi Data Hasil Uji Emisi Gas Buang	20
Tabel 4.1. <i>Assessment</i> Parameter HC	25
Tabel. 4.2. <i>Assessment</i> Parameter CO <sub>2</sub> .	26
Tabel. 4.3. <i>Assessment</i> Parameter O <sub>2</sub>	27
Tabel. 4.4. <i>Assessment</i> Parameter CO	28
Tabel. 4.5. <i>Assessment</i> Parameter LAMBDA	30
Tabel. 4.6. <i>Assessment</i> Parameter Emisi	31
Tabel 4.7. Perbandingan Hasil Diagnosis Uji Emisi	35



## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
$P(A B)$	Probabilitas Gabungan Kejadian A dan B
$x_i$	Variabel yang diasosiasikan dengan <i>node</i>
$A_i$	Set dari <i>parent</i> dalam <i>graph</i>
$\Sigma P$	Jumlah Probabilitas



## DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
BN	<i>Bayesian Network</i>
MATLAB	<i>Matrix Laboratory</i>
MDF	<i>Medium Diesel Fuel</i>
MFO	<i>Medium Fuel Oil</i>
CO	Karbon Monoksida
CO <sub>2</sub>	Karbon Dioksida
HC	Hidrokarbon
O <sub>2</sub>	Oksigen
DAG	<i>Directed Acyclic Graph</i>
CPT	<i>Conditional Probability Table</i>
PGM	<i>Probabilistic Graphical Model</i>
CPD	<i>Conditionally Probabilistic Distribution</i>
JPD	<i>Joint Probability Distribution</i>

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA