

**PENDEKATAN BAYESIAN NETWORK UNTUK PERANCANGAN SISTEM
CERDAS DIAGNOSIS KINERJA DAN KERUSAKAN ALAT PENUKAR
KALOR TIPE PLAT SH041H-1P-55**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2020**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PENDEKATAN BAYESIAN NETWORK UNTUK PERANCANGAN SISTEM
CERDAS DIAGNOSIS KINERJA DAN KERUSAKAN ALAT PENUKAR
KALOR TIPE PLAT SH041H-1P-55**



Disusun Oleh:

Nama : Hifdzul Luthfan Habibullah
NIM : 41316110017
Program Studi : Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
AGUSTUS 2020**

HALAMAN PENGESAHAN

PENDEKATAN BAYESIAN NETWORK UNTUK PERANCANGAN SISTEM
CERDAS DIAGNOSIS KINERJA DAN KERUSAKAN ALAT PENUKAR
KALOR TIPE PLAT SH041H-1P-55



Disusun Oleh:

Nama : Hifdzul Luthfan Habibullah

NIM : 41316110017

Program Studi : Teknik Mesin

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Pada tanggal: 09 Agustus 2020

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

(Dedik Romahadi, ST., M.Sc)

Koordinator Tugas Akhir

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

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Hifdzul Luthfan Habibullah
NIM : 41316110017
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Pendekatan *Bayesian Network* Untuk Perancangan Sistem Cerdas Diagnosis Kinerja Dan Kerusakan Alat Penukar Kalor Tipe Plat SH041H-1P-55.

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 dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 09 Agustus 2020



6000
ENAM RIBU RUPIAH

(Hifdzul Luthfan Habibullah)

PENGHARGAAN

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua, khususnya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Laporan Pelaksanaan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini merupakan salah satu mata kuliah yang wajib ditempuh di Departemen Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta.

Dalam menyusun laporan ini penulis akan membahas tentang "*Pendekatan Bayesian Network Untuk Perancangan Sistem Cerdas Diagnosis Kinerja Dan Kerusakan Alat Penukar Kalor Tipe Plat SH041H-1P-55*". Dalam menyelesaikan laporan ini penyusun berhasil mengumpulkan data dari lapangan dan berhubungan dari buku pustaka dan juga studi lapangan. Dengan penyusunan laporan ini diharapkan agar mahasiswa Jurusan Teknik Mesin dapat memahami apa saja yang harus dilakukan sewaktu menyusun laporan Tugas Akhir.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang telah mendukung, memberikan bimbingan dan bantuan hingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Adapun pihak-pihak tersebut antara lain:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya.
2. Rektor Universitas Mercu Buana, Bapak Dr. Ngadino Surip. yang saya kasih dan hormati, yang senantias memperhatikan dan mengutamakan kemajuan seluruh mahasiswa Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Nanang Ruhyat, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin dan dosen pembimbing yang telah selalu memberikan semangat, motivasi, pengarahan dan nasihat selama proses pembuatan laporan ini.
4. Bapak Alief Avicenna Luthife, ST, M.Eng., selaku koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana yang telah banyak membantu dan mendukung dalam penyelesaian laporan ini.
5. Bapak Dedik Romahadi ST, M.Sc., selaku dosen pembimbing yang telah banyak membantu dan mengarahkan selama kegiatan Tugas Akhir berlangsung.
6. Keluarga dan Naura Andini Fadhila SKed., yang selalu memberikan doa dan dukungan terhadap penyusun sehingga dapat menyelesaikan laporan ini.

7. Teman-teman Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Angkatan 2019 yang selama ini memberikan bantuan dan dukungan.

Penulis sangat menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam laporan ini hal tersebut tidak lain karena keterbatasan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis dengan sangat terbuka menerima segala kritik dan saran yang bersifat membangun. Akhir kata, penulis berharap agar laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Jakarta, 09 Agustus 2020



(Hifdzul Luthfan Habibullah)



ABSTRAK

Alat penukar kalor sangat berpengaruh dalam rangkaian proses pendinginan dan dituntut memiliki kinerja yang maksimal. Beberapa parameter faktor penyebab turunnya kinerja alat penukar kalor adalah naiknya *pressure drop*, turunnya aliran *output*, dan kebocoran pada *Plate Heat Exchanger* (PHE). Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem dengan pendekatan *Bayesian Network* guna mengetahui gejala kerusakan pada alat penukar kalor tipe plat SH041H-1P-55. Metode *Bayesian Network* merupakan sebuah jaringan yang merepresentasikan grafis sebuah pengetahuan dengan penalaran dari sebuah ketidakpastian. Perancangan sistem ini menggunakan *software Microsoft Bayesian Network Editor (MSBNx)* dan MATLAB. Dimulai dengan menentukan variabel dan kategori yang terkait dalam jaringan, membuat diagram kausalitas, menentukan *prior probability* variabel, mengisi *conditional probability* setiap variabel, dan memasukkan *evidence* untuk melihat hasil prediksi. Setelah itu dilakukan pengujian kasus untuk menampilkan infrensi probabilistik yang terjadi dengan kasus *pressure drop* pada alat penukar kalor. Berdasarkan bukti gejala yang diperoleh, hasil diagnosis sistem cerdas menyimpulkan bahwa permasalahan terjadi akibat adanya faktor pengotor sehingga alat penukar kalor tersumbat dan merekomendasikan perawatan yaitu bersihkan pipa dengan nilai presentase 62,1% dan bersihkan plat dengan nilai presentase 60,15%. Hasil pengujian diagnosis diperoleh hasil yang sesuai antara tes yang dilakukan secara manual dan oleh sistem cerdas. Hasil dari rancangan sistem cerdas dengan pendekatan metode *Bayesian Network* diharapkan lebih mempermudah mengetahui diagnosis kinerja dan kerusakan yang terjadi serta merekomendasikan tindakan yang perlu dilakukan terhadap alat penukar kalor yang bermasalah.

Kata kunci; Alat penukar kalor, *Bayesian Network*, *software*, *microsoft bayesian network editor (MSBNx)*, *pressure drop*, rekomendasi perawatan

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**BAYESIAN NETWORK APPROACH FOR DESIGNING INTELLIGENT
SYSTEM PERFORMANCE DIAGNOSIS AND BREAKDOWN OF
PLATE HEAT EXCHANGER TYPE SH041H-1P-55**

ABSTRACT

The heat exchanger is very influential in the cooling process and demands maximum performance. Some factors that cause the decline in the performance of the heat exchanger tool are rising pressure drop, decrease in output flow, and leakage in the Plate Heat Exchanger (PHE). This research aims to design a system with the Bayesian Network approach to know the symptoms of damage to the plate heat exchanger SH041H-1P-55. The Bayesian Network is a network that represents the graphics of a knowledge with reasoning of uncertainty. The design of the system uses Microsoft Bayesian Network Editor (MSBNx) and MATLAB software. Starting with specifying variables and related categories in the network, creating causality diagrams, specifying the prior probability variable, populating conditionals probability each variable, and inserting evidence to see the predicted results. After that a case test is performed to display the probabilistic infrevention which occurs with the pressure drop case on the heat exchanger. Based on the evidence of the symptoms obtained, the results of the diagnosis Intelligent system concluded that the problem occurs due to the factor of the impurities so that the heat exchanger is blocked and recommend treatment is clean the pipe with a percentage value of 62.1% and clean the plate with a percentage value of 60.15%. Diagnosis test results obtained the appropriate results between the tests conducted manually and by the intelligent system. The result of intelligent system design with the Bayesian Network method approach is expected to make it easier to know the diagnosis of performance and damage that occur and recommend the necessary action against the problematic heat exchanger.

Keywords; Heat exchanger, Bayesian Network, software, Microsoft Bayesian Network Editor (MSBNx), pressure drop, maintenance recommendations

MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG MASALAH	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	4
1.3 TUJUAN	4
1.4 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. ALAT PENUKAR KALOR (<i>Heat Exchanger</i>)	6
2.1.1. Klasifikasi	7
2.1.2. <i>Plate Heat Exchanger</i>	11
2.1.3. Spesifikasi <i>Plate Heat Exchanger SH041H-1P-55</i>	15
2.2. KECERDASAN BUATAN	16
2.2.1. Lingkup Kecerdasan Buatan Pada Aplikasi Komersil	18
2.2.2. Masalah, Ruang Keadaan dan Pencarian	18
2.3. BAYESIAN NETWORK (BN)	20
2.3.1. Cara Membangun Model <i>Bayesian Network</i>	21
2.3.2. Contoh Kasus <i>Bayesian Network</i>	23
2.4. <i>MICROSOFT BAYESIAN NETWORK EDITOR (MSBNx)</i>	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1. DIAGRAM ALIR	27
3.2. STUDI LITERATUR	29
3.3. PENGUMPULAN DATA	29
3.3.1. Variabel Data Penelitian	29

3.3.2.	Proses Pengambilan Data	30
3.4.	IDENTIFIKASI GEJALA KERUSAKAN ALAT PENUKAR KALOR	31
3.5.	IMPLEMENTASI SISTEM	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		40
4.1.	IDENTIFIKASI PERFORMA ALAT PENUKAR KALOR	40
4.2.	PENDEKATAN BAYESIAN NETWORK	42
4.2.1.	Variabel dan Kategori	43
4.2.2.	Diagram Kausalitas	43
4.2.3.	<i>Prior Probability</i>	44
4.2.4.	<i>Conditional Probability</i>	44
4.2.5.	<i>Evidence</i>	49
4.2.6.	Pengujian Kasus 1	49
4.2.7.	Pengujian Kasus 2	51
4.2.8.	Pengujian Kasus 3	52
4.3.	DESAIN INTERFACE	53
4.4.	HASIL DAN EVALUASI SISTEM	55
BAB V PENUTUP		57
5.1.	KESIMPULAN	57
5.2.	SARAN	58
DAFTAR PUSTAKA		59
LAMPIRAN		61

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	<i>Flow Diagram</i> antar 2 Fluida	6
Gambar 2. 2	<i>Counterflow</i>	10
Gambar 2. 3	<i>Parallelflow</i>	10
Gambar 2. 4	<i>Crossflow</i>	11
Gambar 2. 5	<i>Plate Heat Exchanger</i>	12
Gambar 2. 6	Pola Korugasi pada Permukaan Plat	14
Gambar 2. 7	Kecerdasan Buatan	17
Gambar 2. 8	Ruang Keadaan dan Pencarian	20
Gambar 2. 9	Contoh <i>Direct Acyclic Graph</i>	21
Gambar 2. 10	Contoh Kasus dengan Bayesian Network	24
Gambar 3. 1	Diagram Alir Perancangan Sistem	28
Gambar 3. 2	Alat Penukar Kalor SH041H-1P-55	30
Gambar 3. 3	Struktur <i>Bayesian Network</i>	33
Gambar 3. 4	<i>Input Node</i> dan Bukti Angka	37
Gambar 3. 5	Nilai <i>Input Coding Prior</i> dan <i>Conditional Probability</i>	37
Gambar 3. 6	Infrensi <i>Probability</i>	38
Gambar 3. 7	Diagram Alir Implementasi Sistem	39
Gambar 4. 1	Diagram Kausalitas <i>Bayesian Network</i> pada PHE	44
Gambar 4. 2	Diagram Kausalitas dengan Nilai Probabilitas Setiap Variabel	48
Gambar 4. 3	Pengujian Kasus <i>Pressure Drop</i>	50
Gambar 4. 4	<i>Bar Chart</i> Kasus <i>Pressure Drop</i>	50
Gambar 4. 5	Pengujian Kasus Kebocoran PHE	51
Gambar 4. 6	<i>Bar Chart</i> Kasus Kebocoran HE	51
Gambar 4. 7	Pengujian 2 kasus <i>Pressure Drop</i> dan Turunnya Aliran <i>OutputHE</i>	52
Gambar 4. 8	<i>Bar Chart</i> Kasus <i>Pressure Drop</i> dan Turunnya Aliran <i>OutputHE</i>	53
Gambar 4. 9	<i>Form Interface</i> Awal	54
Gambar 4. 10	Simulasi Kasus <i>Pressure Drop</i>	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Alat Penukar Kalor Tipe Plat	15
Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat Penukar Kalor	29
Tabel 3. 2 <i>Cheksheet</i> Data Inspeksi Alat Penukar Kalor	31
Tabel 3. 3 <i>History Maintenance</i> Alat Penukar Kalor	31
Tabel 3. 4 Parameter <i>input</i> struktur <i>Bayesian Network</i>	34
Tabel 3. 5 Tabel <i>Prior Probability</i>	34
Tabel 3. 6 Tabel <i>Conditional Probability</i>	35
Tabel 4. 1 Data Hasil <i>Cheksheet</i> Inspeksi pada Alat Penukar Kalor	41
Tabel 4. 2 Data <i>History Maintenance</i> Alat Penukar Kalor	42
Tabel 4. 3 Daftar Variabel dan Kategori	43
Tabel 4. 4 Nilai Variabel <i>Prior Probability</i>	44
Tabel 4. 5 Nilai Variabel Tersumbatnya PHE (E_1)	45
Tabel 4. 6 Nilai Variabel Kesalahan Koneksi (E_2)	45
Tabel 4. 7 Nilai Variabel Aliran dan Tekanan Tidak Sesuai (E_3)	46
Tabel 4. 8 Nilai Variabel Rusaknya Gasket (E_4)	46
Tabel 4. 9 Nilai Variabel Viskositas (E_5)	46
Tabel 4. 10 Nilai Variabel Bersihkan Pipa (A_1)	46
Tabel 4. 11 Nilai Variabel Bersihkan Plat (H_2)	47
Tabel 4. 12 Nilai Variabel Ganti Filter (A_3)	47
Tabel 4. 13 Nilai Variabel Sesuaikan dengan Drawing (A_4)	47
Tabel 4. 14 Nilai Variabel Setel Aliran dan Tekanan (A_5)	47
Tabel 4. 15 Nilai Variabel Ganti Gasket (A_6)	48
Tabel 4. 16 Nilai Variabel Cek Viskositas (A_7)	48
Tabel 4. 17 Perbandingan hasil diagnosis	55