

**PENERAPAN *BAYESIAN NETWORK* PADA PERANCANGAN SISTEM
CERDAS DIAGNOSIS *STATIC* DAN *DYNAMIC UNBALANCE* PADA
*ROTATING EQUIPMENT***



UNIVERSITAS
FATHONI PUTRA WIJAYA
NIM : 41315110009
MERCU BUANA

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

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PENERAPAN *BAYESIAN NETWORK* PADA PERANCANGAN SISTEM
CERDAS DIAGNOSIS *STATIC* DAN *DYNAMIC UNBALANCE* PADA
*ROTATING EQUIPMENT***



Disusun Oleh:

Nama : Fathoni Putra Wijaya
NIM : 41315110009
Program Studi : Teknik Mesin

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

LEMBAR PENGESAHAN

PENERAPAN *BAYESIAN NETWORK* PADA PERANCANGAN SISTEM
CERDAS DIAGNOSIS *STATIC* DAN *DYNAMIC UNBALANCE* PADA *ROTATING*
EQUIPMENT



Disusun Oleh:

Nama : Fathoni Putra Wijaya

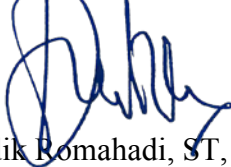
NIM : 41315110009

Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing
Pada Tanggal: 9 Februari 2021

Mengetahui,

Dosen Pembimbing


(Dedik Romahadi, ST, M.Sc)

Koordinator Tugas Akhir


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

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Fathoni Putra Wijaya
NIM : 41315110009
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Penerapan *Bayesian Network* pada Sistem Cerdas Diagnosis
Static dan Dynamic *Unbalance* pada *Rotating Equipment*

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, 9 Februari 2021




Fathoni Putra Wijaya

PENGHARGAAN

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena telah diberikan rahmat dan anugerah sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul Penerapan *Bayesian Network* pada Sistem Cerdas Diagnosis Static dan *Dynamic Unbalance* pada *Rotating Equipment*.

Puji syukur dengan adanya bimbingan dan bantuan dari pembimbing maupun rekan - rekan, penulis dapat melaksanakan tugas akhir dan menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir. Pada kesempatan ini juga penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan anugerah.
2. Bapak Dr. Nanang Ruhyat, MT. selaku Kaprodi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng selaku koordinator tugas akhir teknik mesin Universitas Mercu Buana
4. Bapak Dedik Romahadi, ST, M.Sc selaku dosen pembimbing tugas akhir teknik mesin Universitas Mercu Buana.
5. Keluarga dan sahabat, yang selalu memberikan doa dan dukungan terhadap penyusun sehingga dapat menyelesaikan laporan ini.
6. Teman – teman kelas karyawan 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.

ABSTRAK

Pada saat ini kebutuhan *condition monitoring* di bidang manufaktur menjadi sangat vital. Saat ini, salah satu parameter yang populer untuk menganalisis kerusakan dini pada mesin adalah vibrasi. Keuntungan utama adalah bahwa analisis vibrasi dapat mengidentifikasi munculnya masalah sebelum menjadi serius dan menyebabkan *downtime* yang tidak terencana. Hal ini bisa dicapai dengan melakukan monitoring secara reguler terhadap getaran mesin baik secara kontinyu maupun pada interval waktu yang terjadwal. Salah satu masalah yang sering ditemui pada analisis vibrasi adalah *unbalance* atau ketidakseimbangan yaitu terjadinya pergeseran titik pusat massa dari titik pusat putarnya sehingga akan menimbulkan getaran yang tinggi. *Unbalance* sendiri dibedakan menjadi dua yaitu *unbalance static* dan *dynamic*. Identifikasi tipe *unbalance* yang tepat perlu dilakukan karena setiap tipe *unbalance* memerlukan penanganan yang berbeda. Maka dari itu, tugas akhir ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem untuk mengidentifikasi tipe *unbalance* berdasarkan parameter yang dibutuhkan. Untuk membuat sistem tersebut, perlu dilakukan analisa probabilitas terjadinya *unbalance* dengan menggunakan pemodelan *Bayesian Network*.

Kata Kunci: *Static Unbalance, Dynamic Unbalance, Bayesian Network, Sistem Cerdas*



*IMPLEMENTATION OF BAYESIAN NETWORK IN STATIC DIAGNOSIS AND
DYNAMIC UNBALANCE INTELLIGENT SYSTEM DESIGN*

ABSTRACT

Nowadays, the need of condition monitoring in manufacturing becomes so necessary. One of the popular parameter to analyze the premature failures in machine is Vibration. The primary advantage of doing vibration analysis is, it has ability to predict potential failures makes it a useful tool to plan maintenance, boost asset performance, and prevent unscheduled downtime. It could be done by doing continuous monitoring to machine vibration periodically. The common problem of vibration analysis is Unbalance. Unbalance is defined as an unequal distribution of mass causing the mass axis to differ from the bearing axis, it is distinguished between static unbalance and dynamic unbalance . The identification of unbalance type should be done because each types of unbalance need different treatment. Therefore, this thesis is intended to design a system to identify the type of unbalance based on the parameter that needed. To create that system, we need to do probability analysis of unbalance by using the Bayesian Network. The analysis result of Bayesian Network will be input to Matlab Software to design the smart system to analyze the static and dynamic unbalance

Keywords: *Static Unbalance, Dynamic Unbalance, Bayesian Network, Sistem Cerdas*



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	4
1.3. TUJUAN PENELITIAN	4
1.4. BATASAN MASALAH	5
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. GETARAN	6
2.1.1. Vibrasi Bebas	6
2.1.2. Vibrasi Paksa	7
2.2. PARAMETER GETARAN	7
2.2.1. Amplitudo	7
2.2.2. Perioda	8
2.2.3. Frekuensi	8
2.2.4. Sudut <i>Phase</i>	9
2.2.5. FFT (<i>Fast Fourier Transform</i>)	9
2.3. <i>UNBALANCE</i>	10
2.4. Sistem Kecerdasan	11
2.4.1. <i>BAYESIAN NETWORK</i>	12
2.4.2. Contoh kasus dengan menggunakan <i>Bayesian Network</i>	14

Permisalan diberikan lima variabel yakni pencuri (<i>burglary</i>), gempa bumi (<i>earthquake</i>), alarm, John menelpon (<i>John Calls</i>), dan Mary menelpon (<i>Mary Calls</i>). Kita definisikan lima variabel di atas sebagai berikut:	14
2.5. PENGERTIAN MATLAB	15
2.5.1. SISTEM MATLAB	16
2.6. PENELITIAN TERDAHULU	17
BAB III METODOLOGI	18
3.1. DIAGRAM ALIR	18
3.2. ALAT DAN BAHAN	20
3.3. GRANT CHART	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1. PENENTUAN NILAI PROBABILITAS	22
4.2. INPUT NILAI PROBABILITAS KE SOFTWARE MATLAB	23
4.2.1. Prediksi <i>unbalance Static</i> dan <i>Dynamic Bayesian Network</i> 1	23
4.2.2. Prediksi <i>unbalance Static</i> dan <i>Dynamic Bayesian Network</i> 2	24
4.2.3. Prediksi <i>unbalance Static</i> dan <i>Dynamic Bayesian Network</i> 3	25
4.2.4. Prediksi <i>unbalance Static</i> dan <i>Dynamic Bayesian Network</i> 4	25
4.2.5. Prediksi <i>unbalance Static</i> dan <i>Dynamic Bayesian Network</i> 5	26
4.2.6. Prediksi <i>unbalance Static</i> dan <i>Dynamic Bayesian Network</i> 6	27
4.2.7. Prediksi <i>unbalance Static</i> dan <i>Dynamic Bayesian Network</i> 7	28
4.2.8. Prediksi <i>unbalance Static</i> dan <i>Dynamic Bayesian Network</i> 8	28
4.2.9. Prediksi <i>unbalance Static</i> dan <i>Dynamic Bayesian Network</i> 9	29
4.3. PEMBUATAN SISTEM CERDAS	30
4.3.1. Data spectrum	30
4.3.2. Nilai <i>overall</i> vibrasi	31
4.3.3. Beda phase V dan H	31
4.3.4. Beda phase De dan NDE	32
4.3.5. Diameter dan tebal impeller	33
4.4. APLIKASI SISTEM CERDAS PADA MESIN DEMO BALANCING	34
4.4.1. Pengambilan Data Static Unbalance	35
4.4.2. Pengambilan Data Dynamic Unbalance	36
4.4.3. Hasil Pengujian 1	37
4.4.4. Hasil Pengujian 2	39

4.4.5. Hasil Pengujian 3	40
4.4.6. Hasil Pengujian 4	42
4.4.7. Hasil Pengujian 5	43
4.4.8. Hasil Pengujian 6	45
4.4.9. Hasil Pengujian 7	46
4.4.10. Hasil Pengujian 8	48
BAB V KESIMPULAN & SARAN	50
5.1 KESIMPULAN	50
5.2 SARAN	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	53



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Gelombang getaran pegas.	6
Gambar 2.2. Paramater Analisis Vibrasi.	7
Gambar 2.3. Contoh Time Signal Unbalance.	8
Gambar 2.4. Contoh Time Signal Misalignment.	8
Gambar 2.5. Konversi RPM menjadi Frekuensi.	9
Gambar 2.6. Contoh Spektrum Analisis Vibrasi.	10
Gambar 2.7. Fast Fourier Transform.	10
Gambar 2.8. Static, couple dan dynamic unbalance	11
Gambar 2.9. Contoh Kasus dengan Bayesian Network	14
Gambar 3.1. Diagram alir Analisis static dan dynamic unbalance system	18
Gambar 3.2. Mesin Demo Balancing dan Alignment	20
Gambar 3.3. Oneprod Falcon Vibration Analyzer	21
Gambar 4.1. Grafik perbandingan Static dan Dynamic Unbalance	24
Gambar 4.2. Grafik perbandingan Static dan dynamic unbalance	24
Gambar 4.3. Grafik perbandingan dynamic dan static unbalance	25
Gambar 4.4. Grafik perbandingan static dan dynamic unbalance.	26
Gambar 4.5. Grafik probabilitas Dynamic dan static unbalance	27
Gambar 4.6. Grafik Probabilitas dynamic dan static unbalance	27
Gambar 4.9. Grafik probabilitas Static unbalance dan dynamic unbalance.	29
Gambar 4.10. Persamaan Data Spektrum.	29
Gambar 4.11. Persamaan Nilai Overall Vibrasi.	29
Gambar 4.12. Persamaan Beda Phase V dan H.	29
Gambar 4.13. Persamaan Beda Phase De dan Nde.	29
Gambar 4.14. Persamaan Diameter dan Tebal.	29
Gambar 4.15. Tampilan Sistem Cerdas Diagnostik Static dan Dynamic Unbalance.	33
Gambar 4.16. Analisa Static Unbalance	34
Gambar 4.17. Analisa Dynamic Unbalance	35
Gambar 4.18. Spektrum Unbalance Static	36
Gambar 4.19. Kondisi Static Unbalance	36
Gambar 4.20..Spektrum Unbalance Static	37
Gambar 4.21. Kondisi Dynamic Unbalance	37

Gambar 4.22. Hasil Pengujian 1	39
Gambar 4.23. Hasil Pengujian 2	40
Gambar 4.24. Hasil Pengujian 3	42
Gambar 4.25. Hasil Pengujian 4	43
Gambar 4.26. Hasil Pengujian 5	45
Gambar 4.27. Hasil Pengujian 6	46
Gambar 4.28. Hasil Pengujian 7	48
Gambar 4.29. Hasil Pengujian 8	49



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Jurnal Penelitian Terdahulu	19
Tabel 3.1. <i>Grant Chart</i> Pelaksanaan Tugas Akhir	24
Tabel 4.1. Static Unbalance	22
Tabel 4.2. Dynamic Unbalance	22
Tabel 4.3. Data Pengujian 1	38
Tabel 4.4. Data Pengujian 2	39
Tabel 4.5. Data Pengujian 3	41
Tabel 4.6. Data Pengujian 4	42
Tabel 4.7. Data Pengujian 5	44
Tabel 4.8. Data Pengujian 6	45
Tabel 4.9. Data Pengujian 7	47
Tabel 4.10. Data Pengujian 8	48

