

ISBN : 978-634-7360-17-5

GREEN MANUFACTURING PADA
INDUSTRI PERKAPALAN:
MODEL PENILAIAN RISIKO K3L
MENGUNAKAN BAYESIAN NETWORK

Penulis:

Tri Agung Kristiyono
Soemarno
Marjono
Aminudin Afandhi

Penerbit:

HANG TUAH UNIVERSITY PRESS

Kosongkan (balik cover)

Green Manufacturing pada Industri Perkapalan: Model Penilaian Risiko K3L Menggunakan Bayesian Network

Tri Agung Kristiyono
Soemarno
Marjono
Aminudin Afandhi



Hang Tuah University Press
2025

Green Manufacturing pada Industri Perkapalan: Model Penilaian Risiko K3L Menggunakan Bayesian Network

ISBN: 978-634-7360-17-5

Hak Cipta 2025 pada Penulis

Hak penerbitan pada HANG TUAH UNIVERSITY PRESS. Bagi mereka yang ingin memperbanyak sebagian isi buku ini dalam bentuk atau cara apapun harus mendapatkan izin tertulis dari penulis dan penerbit HANG TUAH UNIVERSITY PRESS.

Penulis:

Tri Agung Kristiyono

Soemarno

Marjono

Aminudin Afandhi

Reviewer:

Dwisetiono

Arif Winarno

Editor:

M. Taufigurrohman

Urip Prayogi

Desain sampul:

Iradiratu Diah Prahmana Karyatanti



Penerbit:

HANG TUAH UNIVERSITY PRESS

Jl. Arif Rahman Hakim 150, Sukolilo, Surabaya Telp. (031) 5946261

E-mail: uht.press@hangtuah.ac.id

Anggota IKAPI

Hak Cipta dilindungi Undang-undang

All Right Reserved

Cetakan I, _____ 2025

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya buku referensi ini, *“Green Manufacturing pada Industri Perkapalan: Model Penilaian Risiko K3L Menggunakan Bayesian Network”*, dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini disusun sebagai upaya untuk menyediakan sumber pengetahuan mengenai penerapan konsep *green manufacturing* dan sistem manajemen K3L pada industri perkapalan, khususnya melalui pendekatan analitis modern yang mampu menangani kompleksitas proses fabrikasi kapal.

Industri galangan kapal merupakan salah satu sektor strategis yang memiliki karakteristik risiko tinggi, dinamika operasional yang cepat, serta dampak lingkungan yang signifikan. Di tengah tuntutan global akan keberlanjutan, efisiensi energi, dan keselamatan kerja, diperlukan metode analisis risiko yang lebih adaptif, akurat, dan berbasis data. Oleh karena itu, pendekatan *Bayesian Network* dihadirkan sebagai solusi yang mampu mengintegrasikan berbagai variabel teknis, manusia, lingkungan, dan peralatan dalam satu model komputasional yang holistik.

Buku referensi ini diadaptasi dari hasil penelitian akademik yang dikembangkan dengan orientasi praktis sehingga dapat digunakan oleh mahasiswa, peneliti, praktisi industri perkapalan, maupun pengambil kebijakan. Dengan memadukan konsep *green manufacturing*, prinsip K3L, dan metode analisis probabilistik, buku ini diharapkan dapat memberikan panduan bagi pihak yang ingin memahami dan menerapkan sistem penilaian risiko yang lebih modern dan efektif.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan, dorongan, serta masukan dalam penyusunan buku ini. Semoga kehadiran buku ini dapat memberikan manfaat bagi dunia akademik dan industri, serta mendorong terciptanya galangan kapal yang lebih aman, efisien, dan ramah lingkungan.

Surabaya, 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
 BAB 1 INDUSTRI PERKAPALAN DAN TANTANGAN LINGKUNGAN	1
1.1 Industri Galangan Kapal: Ruang Lingkup dan Peran	2
1.2 Tantangan Lingkungan dalam Industri Perkapalan.....	4
1.3 Sumber-Sumber Risiko dalam Proses Fabrikasi Kapal	7
1.4 Tantangan K3L dalam Operasional Galangan Kapal	11
 BAB 2 KONSEP DAN PRINSIP <i>GREEN MANUFACTURING</i>.....	15
2.1 Definisi <i>Green Manufacturing</i>	16
2.2 Prinsip-Prinsip <i>Green Manufacturing</i>	18
2.3 Indikator Kinerja <i>Green Manufacturing</i>	21
2.4 <i>Green Manufacturing</i> dalam Industri Berat	24
2.5 Strategi Implementasi <i>Green Manufacturing</i> di Galangan Kapal.....	28
 BAB 3 K3L PADA PROSES FABRIKASI KAPAL	33
3.1. Pengertian Resiko	34
3.2. Manajemen Resiko.....	36
3.3. Ruang Lingkup K3 di Galangan Kapal	56
 BAB 4 PENDEKATAN ANALISIS RISIKO DALAM K3L.....	69
4.1 Kelemahan Pendekatan Deterministik pada Sistem Kompleks.....	72
4.2. Evolusi Metode Analitik menuju Probabilistik.....	73
 BAB 5 FONDASI TEORI BAYESIAN NETWORK.....	75
5.1 Teori Probabilitas dan Hukum Bayes.....	76
5.2 Konsep Dasar Jaringan Bayesian (Bayesian Network)	79
5.3 Node, Edge, dan Conditional Probability Table.....	82
5.4 Inferensi dan Pembaruan Probabilitas.....	86
 BAB 6 MODEL PENILAIAN RISIKO K3L BERBASIS BAYESIAN NETWORK	91
6.1. Pendekatan Penilaian Risiko dengan Bayesian Networks (BN)	92
6.2. Pendekatan Green Manufacturing dalam Proses Produksi.....	96
6.3. Penerapan K3L Tahap Fabrikasi Galangan Kapal.	97
6.4. Tahap Identifikasi Variabel dan Pengembangan Model Konseptual ..	98

6.5. Membangun Model Bayesian Network.....	99
6.6. Penilaian risiko (Bayesian)	100
BAB 7 PENILAIAN RISIKO K3L DENGAN PENDEKATAN PROBABILISTIK.....	101
7.1. Identifikasi Risiko Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan (K3L).	102
7.2. Model Jejaring Bayesian Model Pada Bengkel Fabrikasi.....	103
7.3. Menghitung Resiko yang Berpengaruh	104
7.4. Model Jejaring Bayesian	108
7.5. Probabilitas Bayesian Pekerjaan Bengkel Fabrikasi.....	115
7.6. Mitigasi Risiko K3L dalam Perspektif Green Manufacturing.....	123
BAB 8 RISIKO DEBU SANDBLASTING	139
8.1. Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)	141
8.2. <i>Particulate Matter</i> (PM).....	143
BAB 9 PENUTUP.....	147
DAFTAR PUSTAKA	151



SINOPSIS

Buku referensi ini membahas konsep dan implementasi Green Manufacturing pada industri perkapalan dengan fokus pada pengembangan model penilaian risiko K3L berbasis Bayesian Network. Dalam industri galangan kapal, proses fabrikasi kapal melibatkan beragam aktivitas berisiko tinggi seperti pemotongan baja, pengelasan, sandblasting, dan pengecatan, yang secara langsung berkaitan dengan keselamatan pekerja serta dampak lingkungan. Kompleksitas dan saling ketergantungan berbagai faktor ini menuntut metode penilaian risiko yang lebih canggih daripada pendekatan deterministik tradisional.

Melalui rangkaian pembahasan yang sistematis, buku ini menguraikan karakteristik dasar industri perkapalan, prinsip-prinsip green manufacturing, dan konsep K3L sebagai fondasi keberlanjutan. Selanjutnya, pembaca diperkenalkan dengan metode analisis risiko modern, termasuk keterbatasan metode konvensional dan keunggulan pendekatan probabilistik. Inti buku ini menyoroti bagaimana Bayesian Network dapat digunakan untuk memetakan hubungan antar variabel risiko, memprediksi kejadian berdasarkan kondisi tertentu, serta memperbarui probabilitas risiko ketika data baru tersedia.

Model Bayesian Network yang disajikan dalam buku ini memungkinkan simulasi berbagai skenario operasional, membantu manajemen mengidentifikasi faktor risiko paling dominan, serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat dan berbasis bukti. Integrasi BN dengan prinsip green manufacturing menunjukkan bahwa pengendalian risiko tidak hanya meningkatkan keselamatan, tetapi juga menekan emisi, limbah, dan konsumsi energi. Dengan demikian, buku ini menawarkan pendekatan menyeluruh untuk menciptakan proses produksi yang lebih aman sekaligus ramah lingkungan.

Sebagai referensi akademik dan praktis, buku ini diharapkan menjadi acuan bagi mahasiswa, peneliti, serta pelaku industri perkapalan dalam merancang strategi manajemen risiko yang modern, berkelanjutan, dan sejalan dengan tuntutan industri masa depan.

ISBN 978-634-7360-17-5



9

786347

360175

Penerbit:

HANG TUAH UNIVERSITY PRESS

E-mail: uht.press@hangtuah.ac.id

Anggota IKAPI

