

**ANALISIS PENGAMBILAN KEPUTUSAN PENGGUNAAN  
KENDARAAN OPERASIONAL TAMBANG DENGAN METODE *BOW  
TIE ANALYSIS* DAN *ANALITYCAL HIERARCHY PROCESS (AHP)***

**SKRIPSI**



**OLEH:**

**FATIMAH DEWI FIRDAUSY**

**20032010184**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"**

**JAWA TIMUR**

**2024**

**ANALISIS PENGAMBILAN KEPUTUSAN PENGGUNAAN  
KENDARAAN OPERASIONAL TAMBANG DENGAN METODE *BOW  
TIE ANALYSIS* DAN *ANALITYCAL HIERARCHY PROCESS (AHP)***

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Program Studi Teknik Industri



Diajukan Oleh:

**FATIMAH DEWI FIRDAUSY**  
NPM. 20032010184

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"**

**JAWA TIMUR  
SURABAYA**

**2024**

**SKRIPSI**

**ANALISIS PENGAMBILAN KEPUTUSAN PENGGUNAAN  
KENDARAAN OPERASIONAL TAMBANG DENGAN METODE *BOW  
TIE ANALYSIS* DAN *ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)***

Disusun Oleh:


**FATIMAH DEWI FIRDAUSY**

**20032010184**


Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi dan diterima oleh  
Publikasi Jurnal Akreditasi Sinta 1-3  
Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik dan Sains  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur Surabaya  
Pada Tanggal : 12 Juli 2024

**Tim Penguji :**

1.

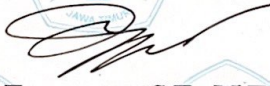
  
**Mega Cattleya P.A. I., S.ST., MT.**  
**NIP. 21219921112290**

1.

  
**Ir. Moch. Tutuk Safirin, MT.**  
**NIP. 196304061989031001**

**Pembimbing**



1.

  
**Tranggono, S.T., M.T.**  
**NIP. 17119861222053**

2.

  
**Rizqi Novita Sari, S.ST., MT.**  
**NIP. 21219921121289**

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur  
Surabaya

  
  
**Prof. Dr. Dra. Jarayah, MP**  
**NIP. 19650403 199103 2 001**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR  
FAKULTAS TEKNIK



PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp. (031) 8706369 (Hunting). Fax. (031) 8706372 Surabaya 60294

**KETERANGAN REVISI**

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Fatimah Dewi Firdausy

NPM : 20032010184

Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Industri / Teknologi Pangan /  
Teknik Lingkungan / Teknik Sipil

Telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi~~ \*) ~~PRA RENCANA (DESAIN) /~~  
~~SKRIPSI / TUGAS AKHIR~~ Ujian Lisan Periode III Juli, TA 2023/2024.

Dengan judul : **ANALISIS PENGAMBILAN KEPUTUSAN  
PENGUNAAN KENDARAAN OPERASIONAL  
TAMBANG DENGAN METODE BOW TIE ANALYSIS  
DAN ANALITYCAL HIERARCHY PROCESS (AHP)**

Dosen yang memerintahkan revisi

1. Tranggono, S.T., M.T.
2. Mega Cattleya P.A. I., S.ST., MT.
3. Ir. Moch.Tutuk Safirin, MT.

()  
()  
()

Surabaya, 12 Juli 2024

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Tranggono, S.T., M.T.

NIP. 17119861222053



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya. Telp (031) 8706369. Fax (031) 8706372 Surabaya 60294



**SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fatimah Dewi Firdausy  
NPM : 20032010184  
Program Studi : Teknik Industri  
Alamat : Jln. Kupang Segunting V no 2c Surabaya  
No. HP : 081359180609  
Alamat e-mail : [20032010184@student.upnjatim.ac.id](mailto:20032010184@student.upnjatim.ac.id)

Dengan ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan skripsi saya dengan judul:

**ANALISIS PENGAMBILAN KEPUTUSAN PENGGUNAN KENDARAAN OPERASIONAL TAMBANG DENGAN METODE *BOW TIE ANALYSIS* DAN *ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS* (AHP)** Adalah benar penelitian saya sendiri atau bukan plagiat hasil penelitian orang lain, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan saya ajukan sebagai persyaratan kelulusan program sarjana Teknik Industri Fakultas Teknik UPN "Veteran" Jawa Timur. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 12 Juli 2024

Mengetahui,  
Koorprogdi Teknik Industri

Ir. Rusindiyanto, MT  
NIP. 19650225 199203 1 001

Yang Membuat Pernyataan



Fatimah Dewi Firdausy  
NPM. 20032010184

## KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur kita panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini dengan judul “Analisis Pengambilan Keputusan Penggunaan Kendaraan Operasional Tambang dengan Metode *Bow Tie Analysis* dan *Analitycal Hierarchy Process (AHP)*” dengan baik dan tepat pada waktunya.

Tugas akhir ini disusun guna mengikuti syarat kurikulum pada tingkat sarjana (S1) bagi setiap mahasiswa program studi Teknik Industri Fakultas Teknik UPN Veteran Jawa Timur. Tugas akhir ini juga dapat terselesaikan dengan baik karena tidak lepas dari bimbingan pengarahan, petunjuk, dan bantuan dari pembimbing lapangan dan dosen pembimbing, juga dari literatur yang ada serta berbagai pihak yang membantu dalam penyusunannya. Oleh karena itu penulis tidak lupa untuk menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MMT., IPU selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
2. Ibu Dr. Dra. Jariyah, M.P selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.
3. Bapak Ir. Rusindiyanto, MT. selaku Koordinator Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.

4. Bapak Tranggono, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Skripsi Pertama dan Ibu Rizqi Novita Sari, S.ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing Skripsi Kedua Program Studi Teknik Industri UPN "Veteran" Jawa Timur yang telah membimbing saya dengan sangat baik, sabar, pengertian dan selalu membuat saya termotivasi.
5. Kedua orang tua dan keluarga saya yang saya cintai yang senantiasa mendoakan setiap saat, memberi semangat dengan segala bantuannya.
6. Bapak Ir. Mochamad Arifin, S.T., M.MT., IPM., AER. yang sangat banyak membantu dan membimbing saya pada program magang hingga pembuatan Tugas Akhir.
7. Sahabat – sahabat terutama Nanda, Nadya, Tasya, Awan, Rangga, Tegar, Rifqi, Mita dan seluruh teman - teman seperjuangan jurusan Teknik Industri UPN "Veteran" Jawa Timur angkatan 2020 yang selalu memberikan semangat dan menemani penulis dalam masa perkuliahan.
8. Beserta pihak – pihak lain yang yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu yang terlibat dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulisan skripsi ini tentu masih terdapat banyak kekurangan, maka dari itu diperlukan kritik dan saran sehingga dapat menjadi lebih baik dan dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca kedepannya.

Surabaya, 11 Juni 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>ix</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah .....	5
1.4 Asumsi .....	6
1.5 Tujuan Penelitian .....	6
1.6 Manfaat Penelitian .....	6
1.7 Sistematika Penelitian.....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>10</b>
2.1 Sistem Pendukung Keputusan (SPK) .....	10
2.2 Teori Sistem Pengambilan Keputusan (SPK).....	13
2.3 Tahapan Sistem Pengambilan Keputusan (SPK).....	16
2.4 Risiko.....	18
2.5 Manajemen Risiko .....	19
2.5.1 Metode Penilaian Risiko .....	22



2.6	<i>Bow Tie Analysis</i> .....	25
2.7	<i>Analytical Hierarchy Process (AHP)</i> .....	28
2.8	Kendaraan Konvensional.....	33
2.9	Kendaraan Listrik .....	33
2.10	<i>Double Cabin</i> .....	34
2.11	Posisi Penelitian ( <i>Research Gap</i> ) .....	36
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>		<b>39</b>
3.1	Jenis Penelitian .....	39
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	39
3.3	Objek Penelitian .....	39
3.4	Variabel Penelitian .....	40
3.5	Tahapan Penelitian .....	41
3.6	Tahap Pengumpulan Data.....	44
3.7	Tahap Pengolahan Data .....	45
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>47</b>
4.1	Pengumpulan Data .....	47
4.1.1	Pembuatan dan Penyebaran Kuisisioner .....	47
4.1.2	Identifikasi Risiko.....	48
4.2	Pengolahan Data .....	60
4.2.1	Analisis Risiko.....	60
4.2.2	Perhitungan <i>Risk Priority Number</i> .....	60
4.2.3	Hasil Perhitungan <i>Bow Tie Analysis</i> .....	61
4.2.4	Analisis Penentuan Risiko Berdasarkan <i>Bow Tie Analysis</i> .....	68

4.2.5	<i>Bow Tie Analysis</i> .....	71
4.3	Perhitungan <i>Analitycal Hierarchy Process</i> (AHP).....	78
4.3.1	Rekapitulasi Hasil Kuisisioner <i>Analitycal Hierarchy Process</i> (AHP) .....	80
4.3.2	Pengolahan Data <i>Analitycal Hierarchy Process</i> (AHP).....	86
4.3.3	Perangkingan Menggunakan <i>Software Expert Choice 11</i> .....	92
4.4	Analisis dan Pembahasan .....	96
4.4.1	Analisis Penentuan Risiko Berdasarkan <i>Bow Tie Analysis</i> .....	96
4.4.2	Analisis Perhitungan Konsistensi Rasio Hasil dari Penilaian Kuisisioner <i>Analitycal Hierarchy Process</i> (AHP) .....	97
4.4.3	Analisis Perankingan Kendaraan Operasional Tambang Menggunakan <i>Software Expert Choice 11</i> .....	98
4.4.4	Perankingan Level 2 (Risiko) .....	98
4.4.5	Perankingan Level 3 (Sub Risiko) .....	98
4.4.6	Analisis Pengambilan Keputusan Pemilihan Penggunaan Kendaraan Operasional Tambang Menggunakan <i>Software Expert Choice 11</i> .....	101
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>103</b>
5.1	Kesimpulan.....	103
5.2	Saran .....	104
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>106</b>
	<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>109</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Peringkat Kemungkinan Terjadinya Risiko.....	22
Tabel 2.2 Pemeringkatan Dampak Risiko.....	23
Tabel 2.3 Matriks Peta Risiko.....	24
Tabel 2.4 Skala Perbandingan Berpasangan .....	31
Tabel 2.5 Nilai Random Index .....	32
Tabel 2.6 Posisi Penelitian .....	36
Tabel 4.1 Identifikasi Risiko Kendaraan Operasional Tambang Berbahan Bakar Konvensional .....	49
Tabel 4.2 Identifikasi Risiko Kendaraan Operasional Tambang Berbahan Bakar Konvensional .....	54
Tabel 4.3 Perhitungan <i>Risk Priority Number</i> (RPN) Moda Kendaraan Operasional Tambang Berbahan Bakar Konvensional.....	62
Tabel 4.4 Perhitungan <i>Risk Priority Number</i> (RPN) Moda Kendaraan Operasional Tambang Berbahan Bakar Listrik .....	64
Tabel 4.5 <i>Risk Priority Number</i> (RPN) Tertinggi Moda Kendaraan Operasional Tambang Berbahan Bakar Konvensional dan Kendaraan Operasional Tambang Berbahan Bakar Listrik .....	69
Tabel 4.6 Matriks Perbandingan Antar Risiko.....	80
Tabel 4.7 Matriks Perbandingan Antar Elemen Risiko Kegagalan Sistem Operasional .....	81

Tabel 4.8 Matriks Perbandingan Antar Elemen Risiko Kecelakaan Kerja Pada Operator.....	82
Tabel 4.9 Matriks Perbandingan Antar Elemen Risiko Ketidaknyamanan Masyarakat Sekitar.....	84
Tabel 4.10 Matriks Perbandingan Antar Elemen Risiko Kerusakan Lingkungan	86
Tabel 4.11 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Rata-Rata Geometrik Risiko (Level 2) .....	88
Tabel 4.12 Rekapitulasi Hasil Normalisasi Antar Risiko dan Vektor Elemen Risiko (Level 2) .....	89
Tabel 4.13 Rekapitulasi Hasil <i>Weighted Sum Vector</i> (Level 2) .....	90
Tabel 4.14 Rekapitulasi Hasil <i>Consistency Vector</i> (Level 2) .....	91
Tabel 4.15 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Konsistensi Rasio .....	92
Tabel 4.16 Presentase Vektor Prioritas (Level 2) .....	93
Tabel 4.17 Presentase Vektor Prioritas (Level 3) .....	93

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Fase-fase sistem keputusan .....	17
Gambar 2. 2 <i>Bow Tie Analysis</i> .....	27
Gambar 2. 3 Struktur Hirarki AHP .....	30
Gambar 2. 4 <i>Double Cabin</i> .....	35
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian .....	42
Gambar 4.1 Diagram <i>Bow Tie Analysis</i> Kebisingan Pada Kendaraan Operasional Tambang Berbahan Bakar Konvensional .....	72
Gambar 4.2 Diagram <i>Bow Tie Analysis</i> Kecelakaan Karena Jalur Licin (Tergelincir) Pada Kendaraan Operasional Tambang Berbahan Bakar Konvensional .....	74
Gambar 4.3 Diagram <i>Bow Tie Analysis</i> Gangguan Kepada Masyarakat Sekitar Pada Kendaraan Operasional Tambang Berbahan Bakar Listrik .....	76
Gambar 4.4 Struktur Hirarki AHP Kendaraan Operasional Tambang Terpilih....	79
Gambar 4.5 Kalkulasi Vektor Prioritas Pada Setiap Risiko, Sub Risiko, dan Alternatif .....	96
Gambar 4.6 Diagram Grafik Pemilihan Penggunaan Kendaraan Operasional Tambang Terpilih .....	102

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kuisisioner Penelitian .....	109
Lampiran II Perhitungan Penelitian Metode AHP Perbandingan <i>Geometric Mean</i> Pada Level 2 (Risiko).....	141
Lampiran III Perhitungan Penelitian Metode AHP Perbandingan <i>Geometric Mean</i> Pada Level 3 (Sub Risiko).....	146
Lampiran IV Perhitungan <i>Software Expert Choice 11</i> .....	167
Lampiran V Dokumentasi.....	170

## ABSTRAK

Pertambangan merupakan salah satu sektor bisnis di Indonesia yang dikategorikan sebagai industri dengan potensi bahaya tinggi di lingkungan kerjanya. Karakteristik pertambangan adalah padat modal dan teknologi, membutuhkan peralatan atau kompetensi khusus, dan memiliki bahaya serta resiko yang dinamis. Upaya pengelolaan keselamatan dapat dilakukan salah satunya dengan manajemen risiko. Pada penelitian ini kendaraan operasional tambang berbahan bakar listrik dijadikan sebagai pilihan alternatif penggunaan kendaraan operasional tambang. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan moda kendaraan operasional tambang terpilih berdasarkan analisis risiko. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Bow Tie Analysis* digunakan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi dan mengelola resiko dengan memperlihatkan hubungan sebab dan akibat dari suatu resiko dan langkah mitigasi yang tepat pada kendaraan operasional tambang terpilih dan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) digunakan untuk dapat memilih moda terbaik serta meminimalisir permasalahan atau risiko yang dapat terjadi pada aktivitas perusahaan, metode. Hasil dari kalkulasi seluruh level menggunakan *software expert choice II* diperoleh hasil perhitungan akhir pemilihan penggunaan kendaraan operasional tambang terpilih diperoleh ranking vektor prioritas tertinggi yaitu alternatif kendaraan operasional tambang berbahan bakar listrik dengan persentase 55.0%. Risiko Ketidaknyamanan Pada Masyarakat menjadi jenis risiko dengan ranking tertinggi dengan persentase 42,7% artinya risiko ketidaknyamanan pada masyarakat menjadi pertimbangan terbesar PT X.

Kata Kunci : Risiko, Manajemen Risiko, *Bow Tie Analysis*, *Analytic Hierarchy Process* (AHP), Kendaraan Operasional Tambang Berbahan Bakar Konvensional, Kendaraan Operasional Tambang Berbahan Bakar Listrik, Pengambilan Keputusan

## ABSTRACT

*Mining is one of the business sectors in Indonesia which is categorized as an industry with a high potential for danger in the work environment. The characteristics of mining are that it is capital and technology intensive, requires special equipment or competencies, and has dynamic dangers and risks. Safety management efforts can be carried out, one of which is risk management. In this research, electric mining operational vehicles were used as an alternative choice for using mining operational vehicles. The aim of this research is to determine the selected mining operational vehicle mode based on risk analysis. This research was conducted using the Bow Tie Analysis method which is used to identify, evaluate and manage risks by showing the cause and effect relationship of a risk and appropriate mitigation measures on selected mining operational vehicles and the Analytic Hierarchy Process (AHP) is used to be able to choose the best mode. as well as minimizing problems or risks that can occur in company activities and methods. The results of calculations at all levels using expert choice 11 software showed that the final calculation results for selecting the use of selected mining operational vehicles obtained the highest priority vector ranking, namely alternative electric mining operational vehicles with a percentage of 55.0%. Risk of Discomfort to the Community is the type of risk with the highest ranking with a percentage of 42.7%, meaning that the risk of discomfort to the community is PT X biggest consideration.*

*Keyword : Risk, Risk Management, Bow Tie Analysis, Analytic Hierarchy Process (AHP), Operational Vehicles Conventional Fuel Mining, Electric Fueled Mining Operational Vehicles, Decision-making*