

**TESIS**  
**RISIKO KESELAMATAN OPERASIONAL PENGANGKUTAN**  
**BATERAI LITIUM PADA KARGO UDARA PT CITILINK**  
**INDONESIA**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister**  
**Manajemen**



**AINUN SAFANGATI**  
**2211001021**

**PROGRAM STUDI**  
**MAGISTER MANAJEMEN**  
**UNIVERSITAS BAKRIE**  
**JAKARTA**  
**TAHUN 2024**

## LEMBAR PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh

Nama : Ainun Safangati

NIM : 2211001021

Program Studi : Magister Manajemen

Judul Tesis : Risiko Keselamatan Operasional Pengangkutan  
Baterai Litium Pada Kargo Udara PT Citilink  
Indonesia

Telah berhasil dipertahankan di hadapan para Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Manajemen pada Program Studi Magister Manajemen – Universitas Bakrie.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Arief Bimantoro Suharko PhD



Penguji : Prof. Dr. Hoga Saragih, ST., MT.



Penguji : Dr. Adi Budipriyanto, ST., MT.



Ditetapkan di : Jakarta

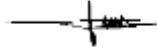
Tanggal : 23 Juli 2025

## **PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan benar.**

**Nama : Ainun Safangati**

**NIM : 2211001021**

**Tanda tangan:** 

**Tanggal : 10 Februari 2025**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul **”Risiko Keselamatan Operasional Pengangkutan Baterai Litium Pada Kargo Udara PT Citilink Indonesia”**. Penulisan Tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Manajemen Program Studi Magister Manajemen pada Fakultas Ekonomi dan Ilmu Sosial di Universitas Bakrie.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Tesis ini adalah berkat dari Allah SWT serta tidak terlepas dari bantuan semua pihak mulai dari masa awal sampai dengan akhir perkuliahan. Penulis berterima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam penyelesaian tesis ini dan secara khusus pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Ibu Prof. Ir. Sofia W. Alisjahbana, M.Sc., Ph.D., selaku Rektor Universitas Bakrie.
2. Bapak Arief Bimantoro Soeharko, Ph.D., selaku Ketua Program Studi Magister Manajemen Universitas Bakrie, dan sebagai dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan arahan, dorongan, dan waktunya sehingga tesis ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Bapak Prof. Dr. Hoga Saragih, ST., MT., selaku Guru Besar Teknik Elektro Universitas Bakrie dan juga bertindak sebagai dosen penguji dan pembahas.
4. Bapak Dr. Adi Budipriyanto, ST., MT., selaku dosen penguji dan pembahas.
5. Segenap jajaran manajemen PT Citilink Indonesia yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan riset dan bersedia untuk menjadi narasumber dalam penelitian ini sehingga tesis ini dapat penulis selesaikan dengan baik.
6. Keluargaku tercinta, kedua orang tuaku tercinta (Alm. H. Sofyanto dan Muslimatun Kirom), kakakku Umi Wahyuniati dan adikku Rokhmad Hadi beserta semua ipar dan keponakan yang tulus memberikan doa, dukungan, dan semangat kepada penulis.

7. Seluruh staf pengajar dan administrasi Universitas Bakrie atas kesungguhannya memberikan ilmu dan bantuan kepada penulis selama menempuh pendidikan Magister di Universitas Bakrie.
8. Seluruh teman-teman penulis di Magister Manajemen Universitas Bakrie Batch 16 dan Batch 17, yang selalu memberikan motivasi dan dorongan sehingga penulis dapat menempuh pendidikan ini dengan sangat baik.

Penulis terbuka atas saran dan masukan sehingga penulis dapat menulis lebih baik di kemudian hari. Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang membantu. Semoga Tesis ini memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu, terutama dalam lingkungan Program Studi Magister Manajemen Universitas Bakrie serta seluruh pihak yang membutuhkan.

Jakarta, Februari 2025

Ainun Safangati

## LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai civitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ainun Safangati  
NIM : 2211001021  
Program Studi : Magister Manajemen  
Jenis Tesis : Riset

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Rights*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

### **RISIKO KESELAMATAN OPERASIONAL PENGANGKUTAN BATERAI LITUM PADA KARGO UDARA PT CITILINK INDONESIA**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta  
Pada tanggal : 10 Februari 2025

Yang Menyatakan



**(Ainun Safangati)**

**ABSTRACT**

*This study aims to analyze operational safety risks in the transportation of lithium batteries via air cargo at Citilink Indonesia. Lithium batteries are classified as dangerous goods due to their potential to cause fire, explosion, or environmental damage if not properly handled. This research adopts a descriptive qualitative approach, utilizing the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method to identify causes, impacts, and risk levels of each potential failure, and the Bow-Tie Analysis method to formulate prevention and recovery strategies. Data were collected through literature review and in-depth interviews with four personnel experienced in cargo operations and aviation security. The results revealed twelve primary causes of failure in the lithium battery shipping process, with the highest risk originating from the consolidation of lithium batteries with general cargo. The highest Risk Priority Number (RPN) was 384, indicating a critical need for strong preventive measures. The study concludes that continuous training, improved detection systems, and strengthened regulatory oversight are crucial in reducing the risk of incidents. This research offers practical recommendations for airlines to enhance air cargo operational safety, particularly in the handling of hazardous goods, including lithium batteries.*

**Keywords:** FMEA, bow-tie analysis, lithium battery, risk analysis, operational safety

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko keselamatan operasional dalam pengangkutan baterai litium pada kargo udara Citilink Indonesia. Baterai litium dikategorikan sebagai barang berbahaya (*dangerous goods*) karena berpotensi menimbulkan kebakaran, ledakan, dan kerusakan lingkungan apabila tidak ditangani sesuai prosedur. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk mengidentifikasi penyebab, dampak, dan tingkat risiko dari setiap potensi kegagalan, serta metode Bow-Tie Analysis untuk menyusun strategi mitigasi dan pemulihan risiko. Data dikumpulkan melalui studi literatur dan wawancara mendalam dengan empat orang personel yang memiliki pengalaman di bidang kargo dan aviation security. Hasil penelitian mengungkapkan terdapat 12 penyebab utama kegagalan dalam pengangkutan baterai litium, dengan risiko tertinggi berasal dari praktik penggabungan baterai litium dengan kargo umum (*console*). Nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi adalah 384, menandakan perlunya tindakan preventif yang kuat. Kesimpulan dari penelitian ini menekankan pentingnya pelatihan personel, peningkatan sistem deteksi, serta penguatan pengawasan dan regulasi internal. Penelitian ini diharapkan menjadi acuan bagi maskapai dalam meningkatkan keselamatan operasional kargo udara, khususnya untuk barang berbahaya seperti baterai litium.

**Keywords:** FMEA, *bow-tie analysis*, baterai litium, analisis risiko, keselamatan operasional

## DAFTAR ISI

|                                                                             |      |
|-----------------------------------------------------------------------------|------|
| LEMBAR PENGESAHAN .....                                                     | ii   |
| PERNYATAAN ORISINALITAS .....                                               | iii  |
| KATA PENGANTAR .....                                                        | iv   |
| LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....                                | vi   |
| ABSTRACT.....                                                               | vii  |
| ABSTRAK.....                                                                | viii |
| DAFTAR ISI.....                                                             | ix   |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                         | xi   |
| DAFTAR TABEL.....                                                           | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                                                        | xiv  |
| BAB I PENDAHULUAN.....                                                      | 1    |
| 1.1. Latar Belakang Masalah.....                                            | 1    |
| 1.2. Batasan Penelitian .....                                               | 4    |
| 1.3. Rumusan Masalah .....                                                  | 4    |
| 1.4. Tujuan Penelitian.....                                                 | 5    |
| 1.5. Manfaat Penelitian.....                                                | 5    |
| 1.6. Sistematika Penulisan.....                                             | 5    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....                                                | 7    |
| 2.1. Diagram Ishikawa ( <i>Fishbone Diagrams</i> ).....                     | 7    |
| 2.2. Risiko.....                                                            | 9    |
| 2.3. Manajemen Risiko.....                                                  | 12   |
| 2.4. Penilaian Risiko ( <i>Risk Assessment</i> ).....                       | 13   |
| 2.5. Metode FMEA ( <i>Failure Mode and Effects Analysis</i> ).....          | 15   |
| 2.6. Analisis Dasi Kupu-kupu ( <i>Bow Tie Analysis</i> ).....               | 23   |
| 2.7. Kargo Udara ( <i>Air Cargo</i> ) .....                                 | 25   |
| 2.8. Barang Berbahaya ( <i>Dangerous Goods</i> ).....                       | 31   |
| 2.9. Baterai Litium.....                                                    | 38   |
| 2.10. Peraturan Barang Berbahaya ( <i>Dangerous Goods Regulation</i> )..... | 41   |
| 2.11. Penelitian Sebelumnya .....                                           | 43   |
| 2.12. Kerangka Pemikiran .....                                              | 60   |
| BAB III METODE PENELITIAN.....                                              | 62   |
| 3.1. Jenis Penelitian .....                                                 | 62   |
| 3.2. Sumber Data .....                                                      | 63   |
| 3.3. Tahapan Penelitian .....                                               | 65   |
| 3.4. Teknik Pengumpulan Data .....                                          | 66   |
| 3.5. Uji Validitas Data .....                                               | 68   |
| BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....                                 | 70   |
| 4.1. Deskripsi Perusahaan Citilink Indonesia.....                           | 70   |
| 4.2. Hasil Penelitian.....                                                  | 73   |
| 4.3. Pembahasan .....                                                       | 79   |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....                                             | 86   |
| 5.1. Kesimpulan.....                                                        | 86   |
| 5.2. Saran.....                                                             | 87   |
| 5.2.1. Saran untuk PT Citilink Indonesia .....                              | 87   |
| 5.2.2. Saran untuk penelitian selanjutnya .....                             | 88   |
| Daftar Pustaka .....                                                        | 89   |
| Lampiran 1. Pedoman Wawancara .....                                         | 94   |

|                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Lampiran 2. Salinan Email Permohonan Wawancara kepada Narasumber 1.....                              | 97  |
| Lampiran 3. Salinan email balasan yang berisi list pertanyaan dan jawaban dari<br>Narasumber 1 ..... | 98  |
| Lampiran 4. Salinan Email Balasan Narasumber 1 .....                                                 | 99  |
| Lampiran 5. Transkrip Wawancara Narasumber 2 .....                                                   | 104 |
| Lampiran 6. Transkrip Wawancara Narasumber 3 .....                                                   | 109 |
| Lampiran 7. Transkrip Wawancara Narasumber 4 .....                                                   | 115 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.01. Fishbone Diagrams.....                                                                                                                                                                                                                                                                           | 7  |
| Gambar 2.02. Risk likelihood and magnitude (Sumber: Hopkin, 2017) .....                                                                                                                                                                                                                                       | 11 |
| Gambar 2.04. Alur FMEA .....                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 16 |
| Gambar 2.05. Contoh Analisis Pohon Keputusan untuk meninjau dan menentukan proses yang memiliki potensi kegagalan .....                                                                                                                                                                                       | 18 |
| Gambar 2.06. Contoh Penggunaan teknik Analisa Sebab Akibat untuk menentukan dampak dari setiap modus kegagalan .....                                                                                                                                                                                          | 19 |
| Gambar 2.07. Jumlah armada angkutan udara menurut wilayah pada tahun 2019 dan 2040 (dalam satuan unit) Sumber:<br><a href="https://www.statista.com/statistics/535484/air-freighter-fleet-by-region-worldwide/">https://www.statista.com/statistics/535484/air-freighter-fleet-by-region-worldwide/</a> ..... | 27 |
| Gambar 2.08. Data tonase berdasarkan jenis operator kargo Sumber: WorldACD Market Data (AJOT, 2024).....                                                                                                                                                                                                      | 30 |
| Gambar 2.09. Simbol/label Barang Berbahaya Kelas 1 Sumber:<br>( <a href="https://www.chemsafetypro.com/Topics/TDG/Dangerous_Goods_Classification_Symbols.html">https://www.chemsafetypro.com/Topics/TDG/Dangerous_Goods_Classification_Symbols.html</a> , 2016).....                                          | 32 |
| Gambar 2.010. Simbol/label Barang Berbahaya Kelas 2 Sumber:<br>( <a href="https://www.chemsafetypro.com/Topics/TDG/Dangerous_Goods_Classification_Symbols.html">https://www.chemsafetypro.com/Topics/TDG/Dangerous_Goods_Classification_Symbols.html</a> , 2016).....                                         | 33 |
| Gambar 2.11. Simbol/label Barang Berbahaya Kelas 3 Sumber:<br>( <a href="https://www.chemsafetypro.com/Topics/TDG/Dangerous_Goods_Classification_Symbols.html">https://www.chemsafetypro.com/Topics/TDG/Dangerous_Goods_Classification_Symbols.html</a> , 2016).....                                          | 33 |
| Gambar 2.12. Simbol/label barang berbahaya kelas 4 Sumber:<br>( <a href="https://www.chemsafetypro.com/Topics/TDG/Dangerous_Goods_Classification_Symbols.html">https://www.chemsafetypro.com/Topics/TDG/Dangerous_Goods_Classification_Symbols.html</a> , 2016).....                                          | 34 |
| Gambar 2.13. Simbol/label Barang Berbahaya Kelas 5 Sumber:<br>( <a href="https://www.chemsafetypro.com/Topics/TDG/Dangerous_Goods_Classification_Symbols.html">https://www.chemsafetypro.com/Topics/TDG/Dangerous_Goods_Classification_Symbols.html</a> , 2016).....                                          | 35 |
| Gambar 2.14. Simbol/label Barang Berbahaya Kelas 6 Sumber:<br>( <a href="https://www.chemsafetypro.com/Topics/TDG/Dangerous_Goods_Classification_Symbols.html">https://www.chemsafetypro.com/Topics/TDG/Dangerous_Goods_Classification_Symbols.html</a> , 2016).....                                          | 35 |
| Gambar 2.15. Simbol/label Barang Berbahaya Kelas 7 Sumber:<br>( <a href="https://www.chemsafetypro.com/Topics/TDG/Dangerous_Goods_Classification_Symbols.html">https://www.chemsafetypro.com/Topics/TDG/Dangerous_Goods_Classification_Symbols.html</a> , 2016).....                                          | 36 |
| Gambar 2.16. Simbol/label Barang Berbahaya Kelas 8 Sumber:<br>( <a href="https://www.chemsafetypro.com/Topics/TDG/Dangerous_Goods_Classification_Symbols.html">https://www.chemsafetypro.com/Topics/TDG/Dangerous_Goods_Classification_Symbols.html</a> , 2016).....                                          | 37 |
| Gambar 2.17. Simbol/label Barang Berbahaya Kelas 9 Sumber:<br>( <a href="https://www.chemsafetypro.com/Topics/TDG/Dangerous_Goods_Classification_Symbols.html">https://www.chemsafetypro.com/Topics/TDG/Dangerous_Goods_Classification_Symbols.html</a> , 2016).....                                          | 37 |
| Gambar 2.18. Jenis baterai Ion litium (Li-ion) .....                                                                                                                                                                                                                                                          | 40 |
| Gambar 2.19. Jenis baterai logam litium (LiM).....                                                                                                                                                                                                                                                            | 40 |
| Gambar 2.20. Kerangka Pemikiran.....                                                                                                                                                                                                                                                                          | 61 |
| Gambar 4.01. Diagram Sebar RPN dan Skor Risiko .....                                                                                                                                                                                                                                                          | 83 |

Gambar 4.02. Bow-tie Diagram Console Baterai Litium dengan Kargo Umum.. 85

**DAFTAR TABEL**

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 4.01. Tabel Informasi Rinci 4 Responden.....                        | 74 |
| Tabel 4.02. Tabel Angka Insiden Pengangkutan Baterai Litium Citilink..... | 75 |
| Tabel 4.03. Penilaian Kemungkinan Risiko (Likelihood) .....               | 76 |
| Tabel 4.04. Penilaian Dampak Risiko (Impact) .....                        | 76 |
| Tabel 4.05. Penilaian Deteksi Risiko (Detection).....                     | 78 |
| Tabel 4.06. Penyebab Kegagalan .....                                      | 79 |
| Tabel 4.07. Hasil Perhitungan Nilai RPN dan Skor Risiko .....             | 80 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Lampiran 1. Pedoman Wawancara .....                                                                  | 94  |
| Lampiran 2. Salinan Email Permohonan Wawancara kepada Narasumber 1.....                              | 97  |
| Lampiran 3. Salinan email balasan yang berisi list pertanyaan dan jawaban dari<br>Narasumber 1 ..... | 98  |
| Lampiran 4. Salinan Email Balasan Narasumber 1 .....                                                 | 99  |
| Lampiran 5. Transkrip Wawancara Narasumber 2 .....                                                   | 104 |
| Lampiran 6. Transkrip Wawancara Narasumber 3 .....                                                   | 109 |
| Lampiran 7. Transkrip Wawancara Narasumber 4 .....                                                   | 115 |