

**ANALISIS RISIKO KESEHATAN PAJANAN DEBU  
RESPIRABEL DAN DEBU SILIKA KRISTALIN PADA  
PEKERJA PABRIK PENGOLAHAN BIJIH MINERAL**

Laporan Penelitian untuk Tugas Akhir (Tesis) S-2 Terapan  
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat Magister Terapan



Diajukan oleh  
**Arif Susanto**  
23/529586/PSV/00018

kepada  
**PROGRAM STUDI MAGISTER TERAPAN  
KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA  
DEPARTEMEN LAYANAN DAN INFORMASI KESEHATAN  
SEKOLAH VOKASI  
UNIVERSITAS GADJAH MADA  
YOGYAKARTA  
2025**

## TUGAS AKHIR (TESIS)

### **ANALISIS RISIKO KESEHATAN PAJANAN DEBU RESPIRABEL DAN DEBU SILIKA KRISTALIN PADA PEKERJA PABRIK PENGOLAHAN BIJAH MINERAL**

### ***HEALTH RISK ANALYSIS OF EXPOSURE TO RESPIRABLE DUST AND CRYSTALLINE SILICA AMONG WORKERS IN MINERAL ORE PROCESSING PLANTS***

dipersiapkan dan disusun oleh:

ARIF SUSANTO  
23/529586/PSV/00018

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 9 Desember 2025

Ketua Penguji                      Susunan Dewan Penguji                      Anggota Penguji  
Pembimbing/Sekretaris Penguji



Dr. Savitri Citra Budi,  
SKM, MPH



Dr. Ir. Nurulia Hidayah, S. Pt.,  
M.P., IPM, ASEAN Eng.



Dr. Lilik Dwi Seryana,  
S.T., M.T.

Tugas Akhir (Tesis) ini diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Magister Terapan  
Keselamatan dan Kesehatan Kerja

17 DEC 2025

Ketua Departemen  
Layanan dan Informasi Kesehatan



Dr. Nur Rokhman, S.Si., M.Kom.

## INTISARI

Nilai ambang batas (NAB) untuk debu respirabel dan silika kristalin masing-masing sebesar  $3 \text{ mg/m}^3$  dan  $0,025 \text{ mg/m}^3$ . Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi konsentrasi debu respirabel dan debu silika kristalin, mengevaluasi potensi bahayanya, serta menganalisis risiko kesehatan akibat pajanan terhadap pekerja di Divisi Concentrating PT Freeport Indonesia (PTFI). Penelitian kuantitatif ini menggunakan pendekatan survei dengan desain *cross-sectional*, dilaksanakan pada Juli hingga September 2025. Subjek penelitian adalah 1.500 pekerja, dengan sampel sebanyak 30 partisipan yang ditentukan berdasarkan metode *Similar Exposure Groups* (SEGs) dan perhitungan dari NIOSH Technical Appendix A dengan tingkat kepercayaan 95%.

Pengukuran debu dilakukan menggunakan personal sampling pump Sensidyne Gilian GilAir Plus dengan laju aliran 1,7 liter per menit, respirable sampler holder berisi filter MCE, dan cyclone aluminium SKC. Kalibrasi alat dilakukan menggunakan BIOS Defender. Konsentrasi debu respirabel dianalisis secara gravimetri, sedangkan konsentrasi silika kristalin dianalisis menggunakan metode *X-Ray Powder Diffraction* (XRD). Data dianalisis menggunakan perangkat lunak IHSTAT™ dari AIHA untuk memperoleh nilai statistik seperti Mean, Geometric Mean, MVUE, Land's Exact UCL1,95%, dan UTL95%.

Hasil menunjukkan nilai *exceedance fraction* debu respirabel sebesar 0,383, mengindikasikan pajanan sedang karena melebihi 5% tetapi kurang dari 50% NAB. Sebaliknya, nilai *exceedance fraction* debu silika kristalin sebesar 0,00 menunjukkan pajanan rendah. Nilai CDI debu respirabel meningkat seiring waktu kerja, tetapi RQ tetap  $<1$ . Nilai ECR tertinggi untuk silika kristalin sebesar  $3,67 \times 10^{-6}$ , yang masih berada dalam rentang nilai  $10^{-6}$ – $10^{-4}$ . Penelitian ini merekomendasikan pengetatan kriteria klasifikasi debu di lingkungan kerja untuk meningkatkan margin keselamatan pekerja.

**Kata kunci:** Analisis pajanan, Analisis dosis respon, Debu respirabel, Debu silika kristalin, Karakterisasi risiko.

## ABSTRACT

*The threshold limit values (TLVs) for respirable dust and crystalline silica are 3 mg/m<sup>3</sup> and 0.025 mg/m<sup>3</sup>, respectively. This study aims to identify the concentration levels of respirable dust and crystalline silica, assess their potential hazards, and analyze the health risks of exposure among workers in the Concentrating Division of PT Freeport Indonesia (PTFI). This quantitative research uses a survey approach with a cross-sectional design, conducted from July to September 2025. The study population consists of 1,500 workers, with a sample of 30 participants selected using the Similar Exposure Groups (SEGs) method and calculated based on NIOSH Technical Appendix A with a 95% confidence level.*

*Dust measurements were conducted using the Sensidyne Gilian GilAir Plus personal sampling pump at a flow rate of 1.7 liters per minute, equipped with a respirable sampler holder containing MCE filters and an SKC aluminum cyclone. Calibration was performed using the BIOS Defender. Respirable dust concentrations were analyzed using gravimetric methods, while crystalline silica concentrations were determined through X-Ray Powder Diffraction (XRD). Data analysis was performed using IHSTAT™ software from AIHA to obtain statistical values such as Mean, Geometric Mean, MVUE, Land's Exact UCL1.95%, and UTL95%.*

*The exceedance fraction for respirable dust was 0.383, indicating moderate exposure as it exceeds 5% but remains below 50% of the TLV. In contrast, the exceedance fraction for crystalline silica was 0.00, indicating low exposure. The CDI for respirable dust increases with work duration, although the RQ remains <1. The highest crystalline silica concentration measured was 0.1184 mg/m<sup>3</sup>, resulting in an ECR of 3.67×10<sup>-6</sup>, which remains within the range of 10<sup>-6</sup>–10<sup>-4</sup>. This study recommends stricter classification criteria for workplace dust to enhance worker safety margins.*

**Keywords:** *Exposure analysis, Dose response analysis, Respirable dust, Crystalline silica dust, Risk characterization.*